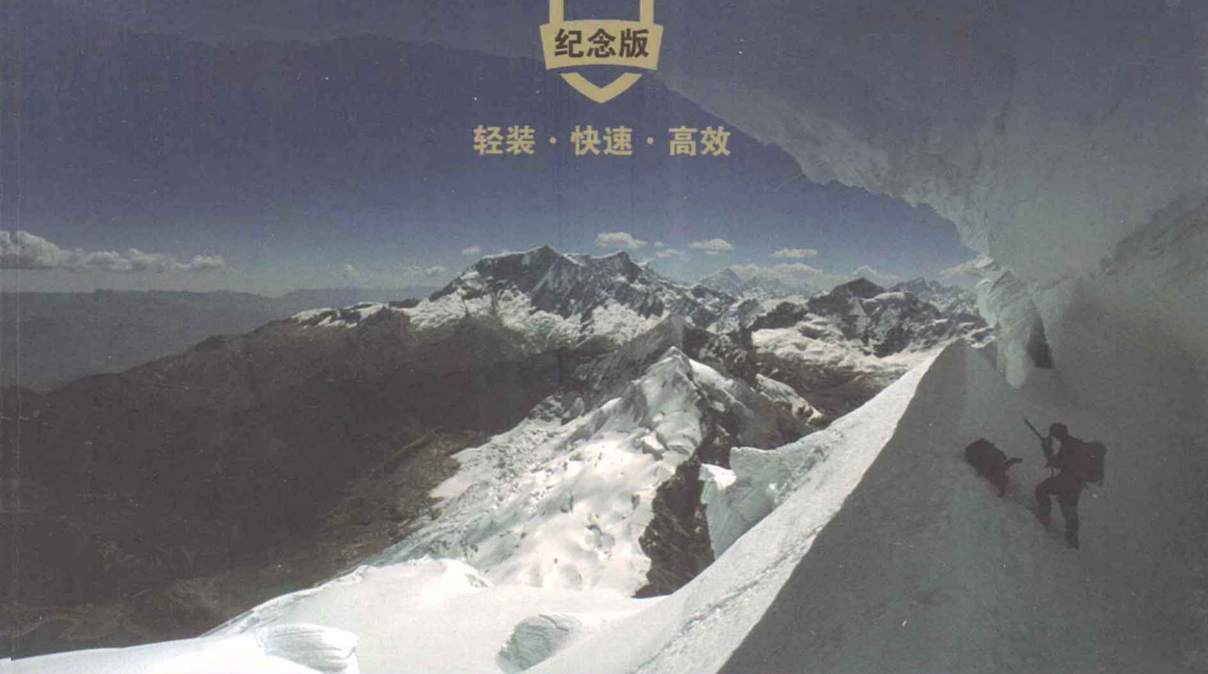
帝企鹅 DearCheer

McGraw Hill Education

THE MOUNTAINEERING HANDBOOK

纪念版

轻装·快速·高效



登山手册

[美] 克雷格·康纳利（Craig Connally）著 严冬冬 译

全新图片索引
全新中英文双语索引

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

THE MOUNTAINEERING HANDBOOK

- 采用适当的安全系统，在冰雪和岩石地形上快速上升和下降
- 对雪崩、落石、雷电、高山病等危险应对自如
- 选择最适合你的目标与攀登风格的装备
- 用最先进的科学理念指导训练与营养安排
- 理解登山运动中的社会学和心理学因素，在关键时刻做出恰当的决策

译者推荐

《登山手册》是一本非常优秀的登山教科书，既汇聚了新颖、实用、高效的攀登技术，又相当浅显易懂，即使是登山新手在读过这本书之后，也能很容易地理解和掌握这些技术。这本书涵盖了登山运动的方方面面，从计划制订、路线掌控、天气判断、识图定向到装备、训练、营养与后勤，再到各种不同方式、不同难度层次的攀登，均有详尽的阐述。书中还配有准确生动的插图，更加方便读者对照图中步骤进行操练。

——严冬冬

登山——属于你自己的、独一无二的深刻体验

McGraw-Hill 全球智慧中文化
http://www.mheducation.com

分类建议：体育/登山
人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

ISBN 978-7-115-32044-5
定价：68.00 元

轻装·快速·高效

THE MOUNTAINEERING HANDBOOK

登山手册

[美] 克雷格·康纳利（Craig Connally）著 严冬冬 译

纪念版

人民邮电出版社
北京

图书在版编目（CIP）数据

登山手册 : 纪念版 / (美) 康纳利著 ; 严冬冬译
. -- 3版. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2013.7
ISBN 978-7-115-32044-5

Ⅰ. ①登… Ⅱ. ①康… ②严… Ⅲ. ①登山运动—技
术手册 Ⅳ. ①G881-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第111960号

版 权 声 明

◆ 著　[美] 克雷格·康纳利
译　严冬冬
责任编辑　谢元琨
责任印制　周昇亮
◆ 人民邮电出版社出版发行　北京市崇文区夕照寺街14号
邮编　100061　电子邮件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京铭成印刷有限公司印刷
◆ 开本：690×970　1/16
印张：20　2013年7月第3版
字数：480千字　2013年7月北京第1次印刷
著作权合同登记号　图字：01-2009-5235号

定价：68.00元

读者服务热线：(010)67172489　印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154
广告经营许可证：京崇工商广字第0021号

新版序

2010 年初，我还是大学在校生的时候，冬冬告诉我，他翻译的《登山手册》出版了，并送了我一本。接下来的两个月里，这本书成了我每次上自习时书包里必备的“教材”。作为一个学会独立打冰洞下降不久的年轻登山者（现在看来，当时的自己充其量只能算是个爱好者），我觉得这本书太酷了，读起来酣畅淋漓，不忍释手。读到精彩处，不禁手心冒汗，总会摸起身边的装备反复摆弄，想象着日后的某天在某座山上自己熟练运用它们登山的样子。到那年 7 月初出发去攀登各拉丹冬峰的时候，那本书已经被翻得不成样子，几近支离破碎了。

后来的攀登中，当我再遇到困惑的时候，我也喜欢再去翻看这本《登山手册》，虽然并不是每次都能得到针对我的问题的完美解答，但作者的见解总会给我带来有用的启示。三年多来，这本书对我攀登风格的影响是巨大的。

诚然，《登山手册》是本对于攀登者来说非常有用的书。它并不同于市面上大部分的户外运动、登山方面的教科书，那些不过是将常用的技巧、操作方法做出简单罗列的工具书。就像《新华字典》，你认为通读完《新华字典》就可以写得一手好文章了吗？《登山手册》是一本内容相当全面的登山教科书，作者在详细阐述具体技术细节的同时，附加了大量自己对这些技术的理解，告诉你为什么在这种情况下我们用这种技术更好，而另一种技术也许会在另一种情况下发挥更大的作用。这对于攀登者在山峰上做出决策，是至关重要的。

登山——不包含作为客户去参加商业攀登——最重要的是判断力，也就是在山上做出合理正确决策的能力。这需要攀登者对于当前自身状况（包括体力、心理、装备、物资、技术水平等）做出合理的评价，并对未来可预见的状况尽可能地做出准确的推测（包括天气变化、落石落冰的可能性等），综合这些因素做出合理的决策。在这一过程中，经验是必不可少的，在积累经验的初期，多看些书会为你提供很大的帮助。但是看书并不等于一味地、不假思索地接受书中的技术与理念，没有任何一本登山教科书中的内容是绝对正确的。这本书毕竟是一本由美国攀登者在若干年前写给美国攀登者看的书，其中含有一些与国内情况并不完全相符的内容。这可能需要读者在阅读过程中自己去甄别。

最简单的判断方式，就是当你对书中某章节讲到的技术操作非常感兴趣时，自己去拿装备试一试。

需要提醒的是，攀登是一件几乎时刻都要对自己和搭档的生命负责的事情，在攀登之前，最好想清楚这一点，并做到尽可能明确地知道自己能够承受的安全底线在哪里。无论书中讲的如何头头是道，最终要在山上进行这些操作的还是攀登者自己。所以，尽可能多地创造机会去攀登，去实践自己的想法，这才是最重要的。而不是做一个只在讲起理论时滔滔不绝的扶手椅攀登者（armchair climber）。

这本书的译者严冬冬是我曾经的搭档，我更愿意说他是我在攀登方面的导师。我们曾一起度过很多与攀登相关的日子。他对于攀登的理解在当时来看无疑是激进的、有建设性意义的，而他的生活方式在我们看来是极度羡慕的，他曾说过："翻译是我的职业，我靠它谋生，而登山是我的爱好和事业"。他是个自由的人、纯粹的人，他有极强的行动力去追求他希望得到的体验。他的离去，无疑是攀登界的一大损失。

读这本书时，我们不能忘记作者和译者为之付出的努力。这些，才是不朽的。

赵兴政
2013年5月10日于清华园

译者序

毫无疑问，《登山手册》是一本好书。这是一本内容相当全面的登山教科书，涵盖了从攀登技术到装备、训练、营养、山区危险、识图定向、天气判断、心理调节等诸多方面的内容，并且正如作者克雷格·康纳利所言，这本书里没有任何冗余的东西，对于你在山上会碰到的每一种情况，它都会给出（作者认为是）最好的解决方法，并且解释为什么这种方法是最好的。它不会像大部分写给新手看的登山技术材料那样——罗列出许多种可以用来应付同一种情况的方法，却不告诉你每种方法的优点和局限性，让你无所适从。

然而，这毕竟是一本由美国攀登者写给美国攀登者看的、主要关于攀爬美国境内山峰的书。中国的山峰情况与美国的并不相同：一方面这里有更多的高海拔，甚至是极高海拔山峰资源；另一方面，这里的山峰路线资料通常更为缺乏，没有统一的数字体系用来描述每一座山峰的难度和危险性，许多山峰和路线只有一些大概的描述（例如“提高级技术型山峰”之类笼统的概括），并且山峰的可接近性通常较差，你不能每次都把车开到山脚下，徒步几个小时，然后就取出绳子开始进行技术攀登。书中的一些思想和技术带有很强的美国式风格，而这种风格与中国攀登者习惯的风格并不完全吻合。举个最简单的例子，美国人在冰川上结组行进时总会在绳子上事先打好抓结，为可能发生的冰裂缝自救做好准备，而大多数中国攀登者则不会这样做。翻译本书的过程中，我尽量做到细节的本土化，例如将所有的英制单位换算成公制单位，但对于国情、思想和技术风格的差异，则需要你在阅读的过程中自己去注意。

没有任何一本登山教科书的内容是绝对正确的，攀登方式和具体技术的选择永远是你自己的事情，因为说到底，在山上，为你的生命负责的永远是你自己。不要被这本书——以及任何一本登山教科书、任何一篇文章、任何一次培训、任何一个人的说法——所束缚。开动你自己的脑筋，考虑清楚你追求的究竟是什么，能够承受的安全性的底线在哪里，究竟哪种攀登方式、哪些技术和装备才最适合你自己。本书介绍的所有具体操作技术都配有详细的图解和各步骤的文字说明，但是你不必局限于书上给出的操作方式。如果你觉得你自己原先习惯的方式更好，想清楚它究竟好在哪里。如果它确实

更适合某些情况，那么在这些情况下就坚持你自己的习惯。

经验是不可替代的。或许某种方法和技术在书上读起来感觉很好，到了山上却搞成一团糟。给自己创造更多的机会进山去攀登，大胆尝试新的理念、方法、技术和装备，但是在真正上山尝试之前一定要想清楚自己在做什么，最好能在上山前先模拟演练一番，看看新东西究竟是不是你想象的那么回事。攀登之后一定要用心总结，因为“经历”并不等于“经验”，总结性的思考有可能让你收获更多的东西。

本书谈到了登山运动的心理因素，包括恐惧控制、心理调节等，对于大部分中国攀登者来说，这可能是比较新的概念。一次登山活动的成败，很大程度上取决于攀登者的心理。如果你在任何情况下都能避免被恐惧征服，保持最合适的心态，那么你就可以做到别人做不到的事情，甚至绝处逢生。登山是一项修心的运动，并且修心的过程是永无止境的。不妨读一下 Mark F. Twight 所著的《极限登山》(Extreme Alpinism，由我和孙斌在 2008 年译成中文，科学出版社 2009 年出版)，体会一下真正的顶尖登山者是如何看待这一问题的。

愿你能在登山过程中找到属于你自己的、独一无二的深刻体验。

严冬冬

2009年10月10日于青藏铁路上





目录 Contents

第一部分

登山

1 简介

这本书写给谁 ………… 3

2 一起去登山吧

思想准备 ………… 5
技能准备 ………… 5
轻装快速行进 ………… 6
身体准备 ………… 6
装备准备 ………… 6
出发 ………… 6
大本营 ………… 7
起床 ………… 7
接近路线 ………… 7
攀登 ………… 7
攀岩 ………… 8
下撤 ………… 9
灵活应变 ………… 9
努力坚持 ………… 10
学会享受 ………… 10



第二部分

接近路线

3 快速行进

进山过程 ………… 12
攀登过程 ………… 14

4 野外导航

地图导航 ………… 16
利用地形特征 ………… 20
指北针 ………… 22
高度计 ………… 27
数字地图 ………… 29
GPS与UTM ………… 30
估测行进时间 ………… 35
迷路 ………… 35
与自然交流 ………… 37

5 山区危险

落石和落冰 ………… 38
降雨 ………… 39
过河 ………… 40
雷电 ………… 41
雪崩 ………… 43
高海拔 ………… 47
温度 ………… 52
日晒与紫外线 ………… 54



第三部分

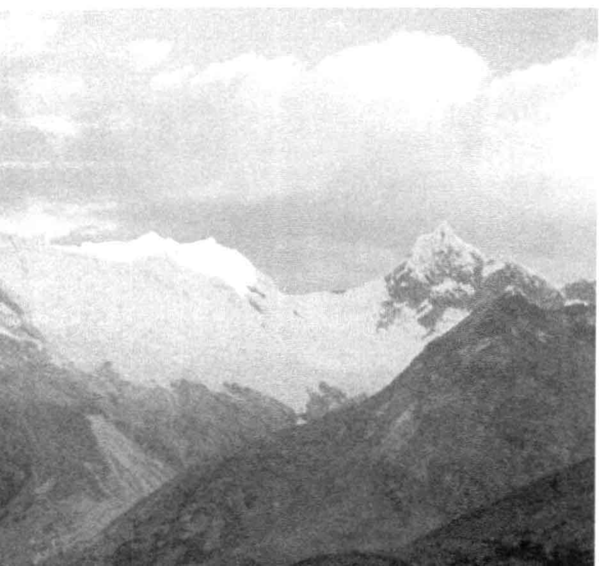
岩石

6 山区气象

基本常识 …… 56
看云识天气 …… 56
气候学 …… 58
天气预测 …… 59
保持清醒 …… 61

7 出发

为什么要早起出发 …… 62
日落意味着早晨开始 …… 63
睡眠 …… 63
露宿 …… 64



8 攀登难度分级系统

攀爬难度级别 …… 66
YDS系统 …… 67
攀冰难度 …… 68
登山路线级别 …… 69
难度分级对登山运动的意义 …… 71

9 绳索

基本知识 …… 74
单绳、半绳和双子绳 …… 75
哪些参数无所谓 …… 76
哪些参数是关键的 …… 78
登山绳索推荐 …… 79
绳索使用与保养 …… 81

10 攀岩装备

安全带 …… 86
保护/下降器 …… 88
头盔 …… 89
铁锁 …… 91
绳套与扁带套 …… 92
长绳套 …… 95
保护器材 …… 96
岩塞钩 …… 99
下降环 …… 99
小刀 ……100

第四部分

冰雪

11 攀登力学

物理常识 ……101
静态力学 ……102
动态力学与先锋冲坠 ……103
影响冲击力的其他因素 ……107
保护系统各环节的强度 ……108
力的增加 ……116

12 保护站

绳索与安全带的连接 ……118
保护点 ……122
保护站 ……126
总结 ……131

13 下降

与绳索连接 ……133
下降保护点 ……136
开始下降 ……137
接绳 ……138
最后的准备 ……139
抓结下降 ……139
开始下降 ……140
着陆 ……141
决定权 ……141
当绳子卡住的时候 ……141

14 攀岩

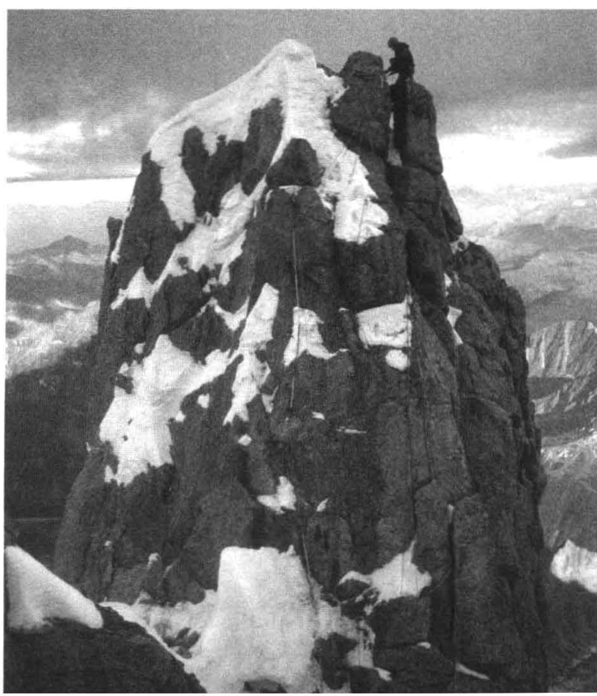
前期准备 ……143
先锋保护 ……144
领攀 ……146
攀爬 ……147
设置保护点 ……148
跟攀保护 ……149
跟攀 ……151
交替 ……151
快速行进 ……152

15 冰雪装备

冰镐 ……158
冰爪 ……162
踏雪板 ……163
登山杖 ……163
雪橇 ……165
雪镜 ……165
雪铲 ……165
保护器材和个人装备 ……165

16 冰雪地形攀登

雪坡攀登 ……166
冰爪技术 ……171
冰镐技术 ……172
下坡 ……174
雪坡结组行进 ……175
有保护攀爬 ……176
快速行进 ……179
攀冰 ……180



第五部分

其他基础内容

17 轻量化登山

减轻重量 ……184

18 大本营装备

鞋具 ……188
背包 ……193
着装系统 ……195
遮蔽系统 ……201
睡眠系统 ……206
燃料和炉具 ……211
必备物品清单 ……215
急救包 ……216
非必备物品 ……217
野炊必备 ……218
净水手段 ……218

19 营养

热量消耗 ……222
部分补充 ……223
水分 ……223
电解质 ……224
热量 ……225
脂肪 ……226
蛋白质 ……227
实际情况 ……228
早餐 ……228
攀登中 ……228
休息时 ……229
从补水开始 ……229
之后是热量 ……230
实际攀登中的食谱 ……230
电解质补充 ……231
营养品 ……231
运动营养品 ……232
素食主义 ……233

20 训练

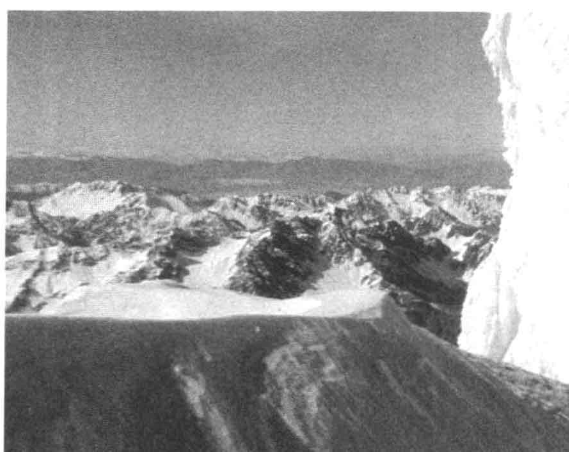
尼采的理念 ……234
最大摄氧量——有氧运动能力的权衡标准 ……235
最大摄氧量百分比——有氧运动强度的判断标准 ……235
心率——适合绝大多数人的判断标准 ……236
训练时间 ……237
训练强度 ……238
训练方式 ……238
力量训练 ……239
坚持不懈 ……241
心理训练 ……241

21 野外急救

野外急救课程 ……243
急救包 ……244
创伤处理 ……244
心理急救 ……244

22 环境保护

不留痕迹 ……245
攀登场所的开放性 ……246
向希拉里爵士学习 ……246



第六部分

进阶技术

23 细绳操作

下降 ……248
使用细绳进行先锋保护 ……250
跟攀保护 ……252
解除自锁 ……252

24 结组和修路

行进间保护 ……254
固定路绳 ……256
下降 ……257

25 自救

做好思想准备 ……259
脱离保护 ……261
沿绳上升 ……263
滑轮系统 ……264
协助下降 ……269
脱离危险区域 ……270

26 冰川行进和裂缝救援

冰裂缝的形成 ……271
结组方式 ……273
行进方式 ……276
营地选择 ……277
裂缝救援 ……277

第七部分

登山运动的人文内涵

27 攀登过程的人文因素

风险管理和决策 ……283
恐惧控制 ……284
领导力 ……285
紧急情况处理 ……286

28 我们为什么要登山

单人攀登 ……290
人类的伙伴 ……290

附录A

非必需技能…… 292

附录B

地图尺…… 297

附录C

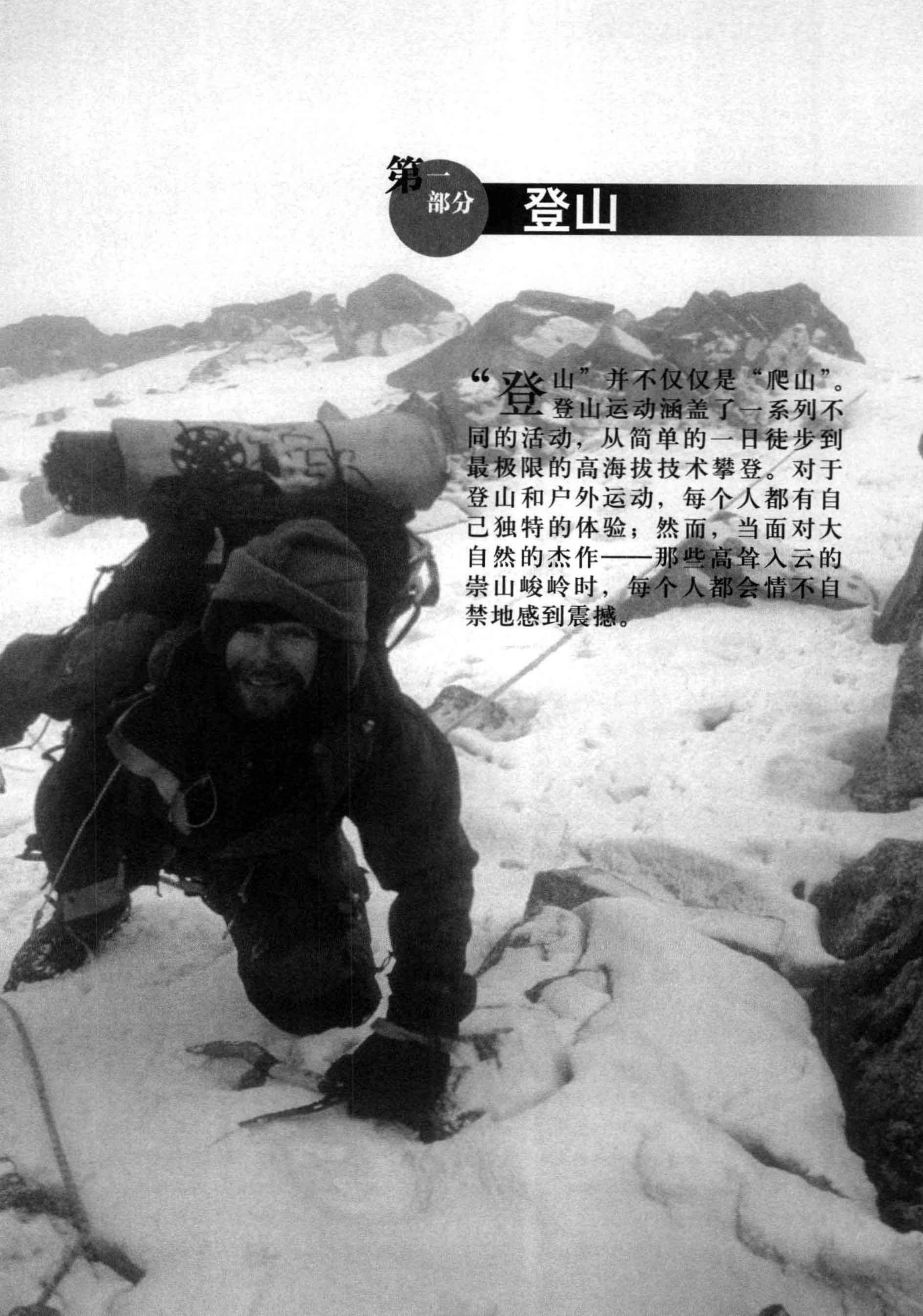
词汇表…… 298

附录D

图片索引……305



第一部分 登山



“登山”并不仅仅是“爬山”。登山运动涵盖了一系列不同的活动，从简单的一日徒步到最极限的高海拔技术攀登。对于登山和户外运动，每个人都有自己独特的体验；然而，当面对大自然的杰作——那些高耸入云的崇山峻岭时，每个人都会情不自禁地感到震撼。



1 简介

普通的户外爱好者去野外徒步，是为了观赏大自然的风景；然而，大多数登山者之所以登山，则是为了检视自己的内心。这是登山运动的本质所决定的。在山上，哪怕是最微小、最明显、最小儿科的细节，登山者都要时刻关注，不能有一丝一毫的懈怠。这是一种既令人精疲力竭，又让人意气风发的体验。在攀登过程中，成功的定义非常简单：顺利登顶，安全下撤。获得成功的难度是由山决定的，不以登山者的主观意志为转移的。山峰面前人人平等。要想获得成功，登山者必须准确评估自身的能力，这不仅包括体力与技术，也包括心理承受力、勇气和应变能力等。与其说登山能锻炼心理，倒不如说登山能够把人的心理特点充分表现出来。在山上，有时你必须把性命完全托付给别人，有时又需要对别人的性命全盘负责——除了在战场上，很少有其他的活动会要求你这样做。当然，你也可以觉得这一切都无所谓，正如首登珠穆朗玛峰的埃德蒙·希拉里爵士（Sir Edmund Hillary）所言："登山只不过是为了好玩而已。"

这既是登山运动的魅力所在，也体现了它的残酷。"登山运动"这个词的定义，既不是完全主观，也不是完全客观的。登山运动是在山区进行的许多种活动的总称，涉及运动、休闲、旅游、自然和人文环境保护、可持续发展等诸多方面。本书对以上各方面的话题都有所涉及，不过重点则集中于基本的攀登过程和与登山相关的野外徒步（因为徒步是进山过程必不可少的环节）。这里所谓的"登山"，是指在树木生长线以上进行的、需要一定专业技术的传统攀登。"传统攀登"是指使用绳索、可移除的保护点以及其他攀登装备以确保安全的攀登方式。攀登可以在岩石、雪地或冰面上进行，也可以是这些元素的混合——例如使用冰镐和冰爪在岩石上攀爬。

本书是一本帮你在山上作出决策的书。它不是各种老掉牙的技术的大杂烩，也不是各大厂商的攀登装备目录——那样的书已经够多了。要作出最佳的决策，你需要准确翔实的资料。在许多章节中，我都会提供具体的数据。不要被这些令人眼花缭乱的数字吓住，你用不着把它们背下来，只需要知道什么是可靠的实验结果，什么是不靠谱的道听途说。究竟多

轻才算是“足够轻”，多稳固才算是“足够稳固”，等你读完这本书之后，自然知道该如何判断。毫无疑问，本书反映了我个人的一些经验和态度，不过在绝大多数时候，这些“个人化”的东西都是技术性的，不是理念上的。事实上，在一开始，你可能会觉得这书有点太过偏技术性了。这正是技术攀登的内涵，也是“登山”与“徒步”的区别所在。不要担心，你用不着一口吃成个胖子——尽管本书充满了海量细节，但你完全可以一步一步来。

我知道，从事技术型攀登的登山者，通常并不纠缠技术细节，而是更看重实用性。所以，我在写作本书的过程中，总是努力做到深入浅出，让技术性的内容尽量浅显易懂。复杂的操作被化解成简单的步骤，辅以说明文字和插图。你会发现，即使是最先进的攀登技术，其本质也是相当简单的——因为对登山者来说，“简单”等价于“快速”和“安全”。例如，登山运动涉及的绳结种类其实非常有限，但是对每一个必须学会的绳结，我都会教你如何用单手快速打好。

写这本书的过程中，我查阅了很多相关资料。令我惊讶的是，许多攀登书刊和杂志都充斥着陈腐的理念和操作，即使是那些最著名、最受追捧的登山教科书也不例外。这些东西不仅效率低下，而且在某些情况下是极度危险的。这些陈旧的东西之所以会被保留下来，是因为在登山运动中，真正极限的情况其实很少发生。在绝大多数时候，即使是陈旧的、效率很低的技术也不会要了你的命，只会降低整个攀登过程的安全性。你会积累越来越多的经验，然而问题在于，经验并不一定就是正确的。有些时候，所谓的“经验”只不过是错误理念和操作的重复再重复，直到意外最终发生为止。《登山圣经》（Mountaineering: The Freedom of the Hills）可谓是登山界的扛鼎之作——我自己就收藏了三个版本的——也是许多人最初接触登山运动时的入门教材；不过，其内容丰富则丰富矣，却难免良莠不齐。我写本书的目的之一，就是要提倡最新、最安全、最实用的攀登技术，以取代那些过时的理念和操作。本书总结了一整套崭新的登山理论，有些人或许会觉得这样未免有些“离经叛道”，但我坚信，只有这样你才能从中获益。

这本书写给谁

或许你是一个积极的户外爱好者，准备朝更高、更专业的方向发展。尽管你从来没有穿过安全带，没有体验过完全由绳子承受体重的感觉，但你并不缺乏探索未知的决心和热情。你已经做好了迎接挑战的准备。或许你已经读过了几本攀岩、攀冰方面的书籍，但却被里面的内容弄得摸不着头脑。你很清楚，只有一小部分内容是真正对你有帮助的——但究竟是哪一部分？哪些内容是准确的？哪些只是道听途说？哪些是最新的技术和装备？哪些是过了时的老古董？

或许你是一个活跃的运动攀岩者，但你的“户外”经历仅限于从停车场到岩壁的那一段徒步而已。你渐渐觉得，“攀登”绝不仅仅是把绳子扣进快挂那么简单。你开始向往高山，向往遥远寒冷的冰雪世界，向往那种没有粉袋、挂片的攀登。你知道还有很多技术需要学习——雪地行进，冰川穿越等。那些老一套的登山理论让你反感，因为你知道其中很多东西都是错的，然而，究竟怎么做才是对的呢？究竟该从哪里开始？

又或许你已经是一个有经验的登山者，有过几次乃至十几次高海拔攀登经历，然而，你已经有一段时间没有接触过新理念、新技术了。你意识到你所掌握的许多东西都已经过时了，你在轻量化、训练、营养和攀登技术方面都有很多新东西要学。你需要的并不

是一份装备目录，而是增进效率、提高安全性的有效手段。

无论你属于上述的哪一种情况，本书都可以完全满足你的要求。

如果你是一个普通的户外爱好者，只了解野外徒步的基本要领，本书介绍的各种技术，可以让你迅速提高到新的境界——3级和4级技术地形上的攀登。写作本书的时候，我假设你一无所知，只有最基本的户外常识。如果你有一定的攀岩经验，那么这本书中关于5级技术地形攀登的内容，准保可以让你大开眼界——在快速行进、保护点设置和自救等诸多方面，这里都有你一直渴望知道的答案。如果你已经是一个有经验的登山者，那么在本书里，你会找到让攀登变得更快速、更高效、更安全的方法。我不会列出一长串可用的技术供你选择，只会针对具体情况提出最先进、最实用的解决方案。本书介绍的技术和装备，足够帮助你登上世界各地几乎任何一座山峰。本书的内容面非常广泛，涵盖了从徒步进山（第3章）到高山救援（第25章）和冰川行进（第26章）的全部内容，这里集中的各种新思想、新概念、新方法，是你在任何别的书上都找不全的。读完本书之后，你会发现，顶峰离你其实并不遥远。



2 一起去登山吧

本书从头到尾，都采用比较轻松的聊天方式，而不是严肃刻板的说教。如果你是个纯粹的新手，对登山运动中的各种专业术语还不太熟悉，那么不妨参考一下附录中的词汇表，以及全书末尾的索引部分。在山上，你会遇到各种未尝经历过的情况——其中一些情况甚至可能会要了你的命。为了对这些情况有一个直观的了解，让我们在想象中成为攀登搭档，模拟感受一下登山的整个过程吧！

思想准备

“登山运动”是一个不太好定义的概念，至少对我来说是这样的，因为它所涉及的活动和环境类型实在太过纷繁复杂，而且每个人的体验都是独一无二的。如果你愿意设身处地，去感受一下别人的体验，那么不妨读一读我在第 28 章中列出的书目。那些书都是经典的登山故事书，不是技术教科书。

要对各种形式的攀登（从最简单的“往上爬”到严肃意义上的技术攀登）有所了解，可以参考第 8 章对登山难度分级系统的介绍。进山过程或许以徒步为主，但在通往顶峰的路途上，我们难免会遇到冰雪地形（第 16 章）和有保护的岩石攀登（第 14 章）。

技能准备

对于登山者来说，野外定向、天气判断和急救技能都是最基本的。野外定向不仅包括传统的指北针／地图导航，也包括 GPS、高度计等现代电子设备的使用，第 4 章有详细的介绍。高山气候的判断详见第 6 章。野外急救是一个非常复杂的话题，可以写上好几本书，自然不可能用一章内容解释清楚。本书第 21 章提供了一些基本的概念，在接触了这些概念之

后，最好再去参加专门的培训课程，或是阅读相关资料。

轻装快速行进

“轻装、快速”近年来已经成了登山者们的口头禅，同时也成了装备厂商最常见的宣传语。事实上，能否做到轻装快速行进，关键在于技能和态度，而不是花钱烧装备。第 3 章会介绍在徒步过程中提高效率的方法，第 17 章则涵盖了在攀登过程中减轻重量、提高速度，同时又不牺牲安全性的策略。轻装和快速行进是本书的核心精神，几乎在每一章中都有所反映，特别是涉及攀岩的第 14 章和雪地行进的第 16 章。如果采纳我的建议，你就可以有效减少负重，提高行动效率。

身体准备

如果你登山只不过是为了愉悦身心，那么自然不需要进行专门的训练。然而，如果你追求的是更高层次的挑战，如果你想要把本书介绍的轻装、快速策略发挥到极致，那你就需要专门针对登山运动的力量和耐力进行训练。第 20 章会集中介绍最新的训练理论。为了维持长时间高效率的攀登，你需要为身体提供充足的水分和能量。第 19 章会探讨登山营养方面的话题。

装备准备

无论你选择什么样的攀登方式，登山运动——尤其是轻量化登山——都对装备提出了独特的要求。你需要选择最适合你自己攀登风格的装备，如果盲目追随装备厂商的宣传，只会攒下一大堆根本用不到的零碎，到头来只能压箱子底。普通户外店橱窗里摆放的绝大多数装备，其设计目的都是用于娱乐性的周末徒步，根本没有考虑过轻量化登山的需求。即使是那些户外杂志的“年度装备大奖”，也不值得作为判断的依据。第 18 章涵盖了装备选择的基本原则，从高山靴、背包、服装、睡袋和帐篷，到炉具和净水器材，以及各种必备的小物件，可以说是应有尽有。我会着重讲解选择装备的方法，而不是推荐具体的品牌和款式。我们要进行冰雪和岩石地形上的技术攀登，所以相关技术装备的选择也很重要，详见第 10 章和第 15 章，我会详细解释各种攀登技术装备的使用。对于登山者来说，攀登绳索的选择是非常关键的，因为不同的攀登风格需要不同的绳子。第 9 章将会帮助你理解这一点。

拥有了全套装备之后，我们还需要在攀登开始之前对装备进行全面的检查，进行必要的修补和更新，以免在攀登过程中出问题。

出 发

我们约好周五下班后集合，开车到山脚下附近的一家饭店，在那里大快朵颐，因为接下来两天的攀登将会消耗大量的能量（这至少是个合理的借口）。填饱肚子之后，我们把车开到山下，在黑暗中搭好帐篷开始宿营。从这里到路线起点还有一长段距离，所以我们第二天很早就起了床，准备好必需的装备，不多也不少。根据天气预报和我们观测到的情况（第 6 章），晚上的天气应该不错，所以我们可以用露营袋露宿，这样就用不着背帐篷上山。净水设备也不需要，因为高山上的水源足够纯净（第 18 章）。我们携带的主要是脱水干燥食品。由于以上这些原因，我们的背包并不算重。在清冷的晨光下用过高热量的早餐之后，我们穿着徒步鞋踏上了征程。一路上，我们每隔 20 分钟就服用一包麦芽糖糊精能量胶，同时喝下 150 毫升水以助消化（第 19 章）。轻便的背包和及时的能量补充让我们得以保持每小时 5 公里的行进速度，

直到我们遇上一处岔路为止。你已经在地图上标好了行进方向，又通过指北针确认了我们的位置（第4章），所以我们并没有耽搁太久。过了岔路口，小路的痕迹越来越不明显；我们已经从亚高山生态系统进入了高山环境的范畴——树木生长线以上的世界。

大本营

我们决定在路线起始处的冰川边缘建立大本营。好消息是，之前的一拨登山者已经用石块铺好了营地；坏消息是，那些登山者没有读过第22章的内容，所以没有清理营地附近的粪便，搞得整个营地臭气熏天。我们只好另找了块平地，面积刚好够两个人用露营袋过夜。通常情况下，冰川边缘是不适合宿营的，但是这天天气不错，而且我们处在山峰的迎风面上，所以晚上并不会太冷。我们把第二天的装备和衣物整理好的时候，天还没有黑下来。我们收集了一些冰川融水，用来做晚饭和第二天的早饭，因为夜里天气冷，早上可能不会再有融水了（第5章）。我们点起炉头开始烧水。吃完晚饭，天已经黑了，我们远眺着山下的万家灯火，觉得生活真是美好。

起 床

生活的确美好——直到你的手表闹钟响起来为止。时间是凌晨三点半。点亮头灯，加快动作——周围又冷又黑，谁都不愿意磨蹭。起床是登山过程中非常重要的一个环节，然而却很少有技术文章会提及。在本书里，整个第7章都用来讨论起床出发的话题。穿上高山靴（靴子又冷又硬，因为我睡前忘记把它们放进睡袋里了），就着冷水吃些高能食品（至少我把水壶放进睡袋里了，所以水没有结冰）。把用不着的装备留在露营袋里，拉上拉链，用大石头压好。羽绒服最后放进露营袋，我们穿着轻便的羊毛内衣和冲锋衣开始攀登（第18章）。出发时感觉很冷，因为时间还不到四点钟，东方的天边开始发亮。

接近路线

究竟进山过程什么时候结束，正式的攀登什么时候开始，很少有准确的说法。我们把开始使用绳索作为攀登开始的标志。就着头灯的光芒，我们穿过碎石坡，来到了冰舌末端，开始按第26章介绍的方法攀爬冰川。冰川很小，几乎全是亮冰，所以我们穿上了冰爪，但是没有结组，因为即使有冰裂缝也肯定是明裂缝。我使用带有滑坠制动功能的登山杖，你则选择了冰镐。第16章会详细解释这样选择的原因，以及冰雪地形行进的技术。

冰川很小，唯一的难点在于通过上端的背隙，也就是流动的冰川冰和上方的永久高山冰分离的区域。如果上方发生落石，就会威胁到我们。正是因为这样，我们才选择了这么早出发，并且一直戴着头盔。第5章详细介绍了登山过程中的各种客观危险，以及应对危险的方法。冰川越来越陡，冰也越来越坚硬。等我们到达背隙边缘时，我已经在后悔没有把登山杖换成冰镐了。

攀 登

写作本书的过程中，我一直在考虑一个问题：究竟是先描述装备的特征，还是先介绍它的使用方法？在所有涉及攀登过程的章节中，我都以介绍装备特征作为开头，然后再解释这些装备在不同情境下的使用方法，这样更方便你理解。

让我们回到方才的假想攀登中来。穿越背隙需要进行一些攀冰操作，不过难度不大。我不知道白天冰况会变成什么样，但是现在，冰的表面既疏松多孔，又足够坚实，可以承受我

们的体重。这样的冰很适合攀爬，却不适合设置保护点。我清理掉表层的烂冰，然后打了一个冰锥。冰锥旋转时的阻力有点小，所以我在上面挂了条缓冲扁带（第 11 至 12 章）。我使用的是第 16 章中的操作技术。你在背隙旁边打了根雪锥，作为你自己的保护。这样的保护并不理想，但是还可以接受。由于路线比较简单，冲坠的可能性基本为零，我们选择了一根 35 米半绳，当做主绳使用。这样选择的原因和相关注意事项详见第 9 章。我们按第 16 章介绍的方法结组，然后习惯性地互相检查身上的装备。你的安全带连着一根菊绳，你就用它扣进雪锥，开始按第 14 章和第 16 章介绍的方法为我进行先锋保护。我收好登山杖，拿出冰镐，把剩下的两枚冰锥和雪锥挂在身上。终于结束了热身阶段，开始攀登，我此刻的感觉非常好。

到达冰壁顶端之前，我又打了一根冰锥，扣好绳子，然后翻了出去。后面的攀爬更加容易，所以我又攀爬了好长一段才打下最后一根冰锥，又在旁边打下一根雪锥。我按照第 12 章介绍的方法，用长扁带套让两个保护点均衡受力，然后打了个半扣结保护你跟攀。这时候，第一缕阳光刚好照在我身上，我不禁舒了一口气，一边就着水壶里的水来了包能量胶，而你在下面却很不爽，因为雪锥很难拔出来。

你很快就完成了跟攀，到达了我所在的保护站，我们就这样通过了路线上的第一个难点。头顶的天空晴朗无云，周围群山环抱。上方的路线相对简单，而且我们两人状态都很好，所以我们决定采取行进间保护的方式，而不是多段攀登。这就意味着我们两人可以同时行进，领攀者负责放置保护，跟攀者则负责拆除，不过一定要随时保证绳子至少通过两个保护点。第 24 章会讨论行进间保护和其他快速行进需要的操作。

攀岩

冰越往上越陡，不过我们还是顺利到达了高山冰的顶端。我们在冰雪和岩石之间形成的雪沟里休息了一会儿，按第 19 章介绍的方法吃了些午餐，尽管还不到中午。我们存放好冰爪和冰镐，换下沉重的高山靴，做好了攀爬岩壁的准备。我认为岩壁表面应该是干燥的，所以带了攀岩鞋，你则选择了徒步鞋。要是天气和路线状况太差，我们也可以穿着高山靴甚至冰爪进行攀登。要是我们不得不进行干式攀登（穿着冰爪、拿着冰镐攀岩）的话，就说明之前大大低估了路线的难度。

最开始，岩壁并不难，只是暴露感很强。我们把绳子收进背包，进行了一段无保护的 3 级攀登。路线难度逐渐增加到 4 级，绳索保护变得很有必要。登山运动中的难度分级系统详见第 8 章。我们按第 12 章介绍的方法设好 1# 保护点，又为你设置了副保护。岩石的棱角很多，所以我们尽量用扁带套连接天然保护点，以节约不多的岩石保护器材（第 10 章）。我开始领攀，中途放置了几个保护点，建好保护站，示意你开始跟攀。我使用的是 Gi-Gi 保护器的跟攀自锁模式，所以在你攀爬的同时，我可以吃一包能量胶，再打开水壶喝点水。我们的行动效率一直很高。

进行了两段绳距的 4 级攀登之后，我们到达了顶峰基部，这里的岩壁更难，已经进入了 5 级攀登的范畴。幸运的是，这一段路线很短，而且时候还不算晚。我们继续使用第 14 章介绍的方法操作。我负责领攀，身上带着所有的保护器材，除了你用作副保护的那一枚岩塞。我有充分的信心，用扁带套设置的 1# 保护点是足够稳固的。

这段岩壁比我预想的要长而且难，所以我多设置了一些保护，花了比计划更多的时间。我的注意力全放在攀登过程上，没有留意风向

的变化。突然之间，狂风大作，挟带着碎石和冰花打在我脸上。我的位置很安全，但是要找地方建立保护站让你跟攀却不那么容易。我身上的汗水在大风中迅速蒸发，让我感到很冷，于是我扣上冲锋衣兜帽，拉紧所有的拉链。我终于设好了两枚岩楔，再加上一条不怎么牢固的扁带，我得用身体压着扁带，免得它被风吹跑了。我喊你开始跟攀，但是风太大了，你完全听不见。我们原先“快速冲顶，快速返回”的计划彻底泡汤了——这种情况在实际攀登中也算是家常便饭。

我们两人之前也曾搭档攀登过，所以你知道当绳索停止移动一段时间后又开始收紧，就说明我已经设好了保护，你可以开始跟攀了。于是你开始向上攀爬，但是拆除保护非常麻烦，花了你不少时间。我不禁开始后悔，不应该把岩塞放得那么深（尽管在先锋攀爬的时候，我可不是这么想的）——特别是我最喜欢的那枚 0.5 号三角塞。

你终于抵达保护站的时候，风更大了，我们两人都冻得瑟瑟发抖。我问你为什么花了这么久，你的回答是：“都怪那个该死的三角塞！”我们开始讨论下一步的计划，每一个字都得大声喊出来，不然就会被风声吞没。“你还想冲顶吗？”“咱们得爬着才能过去。”“要我说，咱们下撤吧！”“但是已经这么近了！”“你决定撤的话我就跟着一起撤。”“那咱们还是撤吧。”——这是个明智的抉择。看来今天是没法登顶了，就连下撤也成了一项挑战。第 27 章详细讨论了风险管理、恐惧控制和决策方面的话题。

下 撤

既然不能登顶，我们也就无法沿原定路线——顶峰的另一侧下撤，只能原路下降。这就造成了两个问题：下降保护点并不容易设置，而且对折之后的绳长不够下完方才攀爬的直壁。我们决定扔一个岩塞在上面，因为扁带套做的保护点不够可靠。我们用一根长扁带连在保护点上，你甚至还贡献出一把铁锁，好让抽绳变得更容易些——要是绳子卡住了，问题就严重了（第 13 章）。不管怎样，我们还是用另一个扁带套做了临时副保护，你用体重压着扁带，免得被风吹跑。因为绳长不够，你从背包里掏出一根 6 毫米辅绳，把它跟攀登绳接在一起（第 9 章、第 13 章）。

保护点是我设的，所以我先下。尽管风吹得两个人都快冻僵了，我们还是按第 13 章介绍的方法，互相检查了对方的保护。我穿好下降器，解开副保护，在你的手势指挥下开始下降（这时候喊叫已经没有意义了）。因为大风的缘故，我并没有把绳子抛出去，而是从背包里一点一点地放绳（第 13 章）。这就花掉了比平时更长的时间，当我下到底部的时候，辅绳基本已经到头了（我提醒自己记住这一点）。我解开下降器，你感到绳子松了，于是开始下降，而我则拉住绳头，免得它被风吹走。

灵活应变

我们已经下完了最艰难的一段，但是在 4 级的岩壁上，倒攀可比往上攀登恐怖多了。我们不得不又进行了好几段下降。现在，我们已经比计划时间晚了好几个小时。按照之前收集的资料，我们如果沿雪沟横切的话，应该可以找到一条比较简单的下山路线，用不着在冰川上用绳索下降。于是我们把绳子和攀登装备收进背包里，换好高山靴就开始了横切。最后，我们比预期时间又多花了几个小时，并且没有找到合适的路线，最后的一百多米只能从冰舌末端切过。冰坡的难度并不大，但是两个人都已经很疲劳了。我们不断提醒彼此集中注意力，免得一不小心滑坠。我们没有结组，因为冰川上无法设置合格的保护点，就算可以设置，速度也太慢了。我的登山杖在这样的下撤

过程中非常顺手。尽管我们一直在注意方位，还是下偏了一段，只好横切碎石坡回到营地。天渐渐黑下来了，还好我们都带了头灯。山上的狂风还在继续，顶峰扬起了大片的旗云，我们不禁庆幸下撤的决定是多么正确。

努力坚持

暮色中，我们费了一番气力才找到贴在岩石上用来标记营地位置的胶带。要想像第 19 章介绍的那样，吃一顿晚饭恢复体力，看来是不可能了。我们一边把东西胡乱往背包里塞，一边随便吃了几口东西，又喝了点水就准备下撤了。你提醒我再检查一下营地周围（非常及时，因为我把相机落下了）。

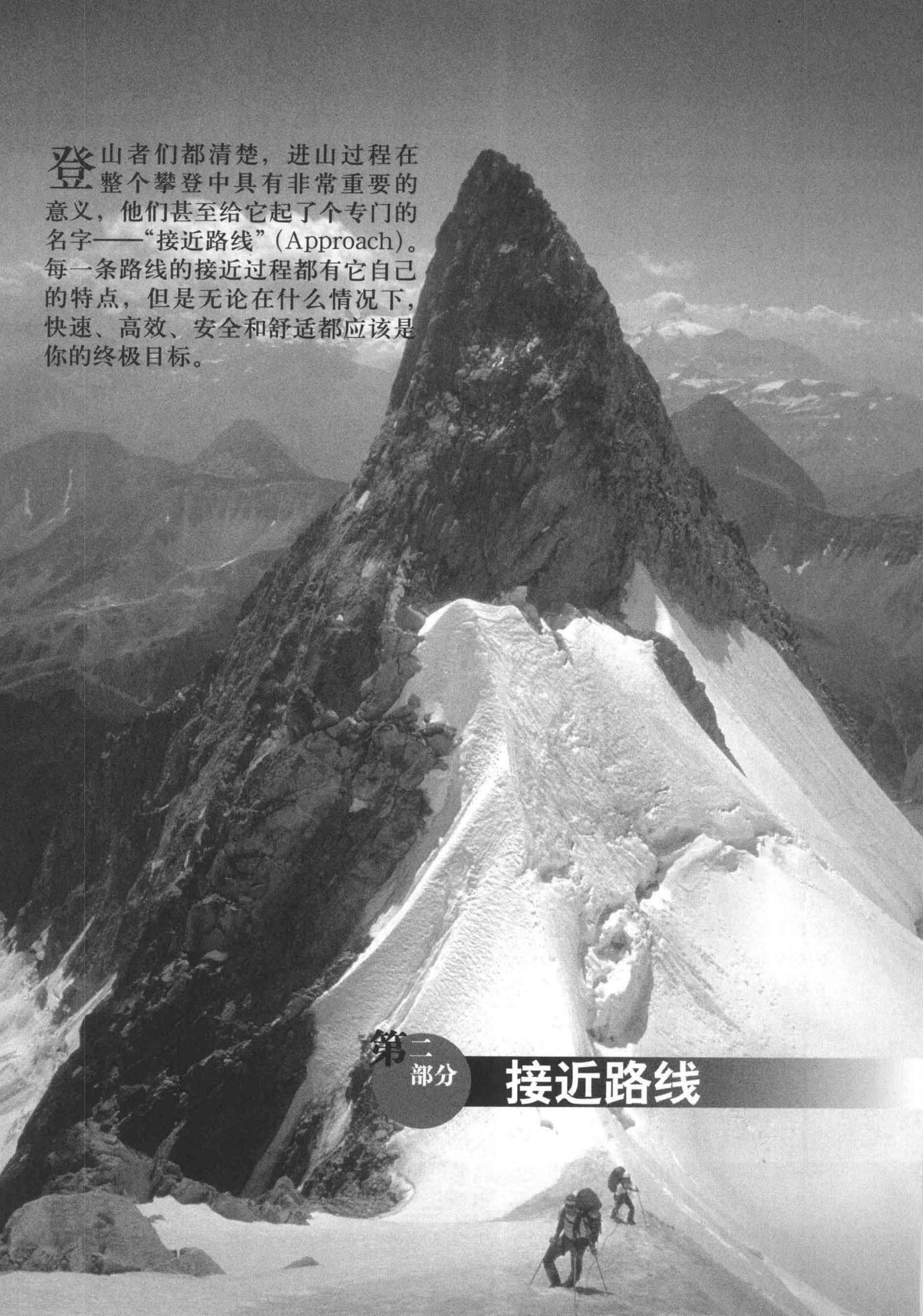
然后我们借着头灯的光芒继续下撤。一开始没有路，我们只能凭地图、指北针和天上不多的几颗星星判断方位。走了一段，切上了小路，我们终于可以放开步子往前赶。回到车上时，好几个小时已经过去了，我们放弃了就地扎营的打算，因为星期一还要上班。我存在办公桌抽屉里的咖啡估计要派上用场了。

这一次攀登虽然并不圆满，但也没有出什么大的乱子，我们没有用上第 25 章介绍的自救技术，也没有对外求援。尽管我们没有登顶，但是山总在那里，我们还可以再来。至少这一次，我们算是通过了考验。

学会享受

我们握了手，拍了拍彼此的肩膀，然后上车发动了引擎。黑暗中，两个人脸上都挂着微笑，因为我们都记起了那句登山者的老话：“登山是享受痛苦的过程。”

这样一次想象中的攀登，其实已经涉及了登山运动诸多方面的内容，本书接下来的章节将会一一详细探讨这些内容。我希望你能享受方才的“攀登”经历，如果你感觉很不错的话，那就说明你跟本书确实很投缘。



登山者们都清楚，进山过程在整个攀登中具有非常重要的意义，他们甚至给它起了个专门的名字——“接近路线”（Approach）。每一条路线的接近过程都有它自己的特点，但是无论在什么情况下，快速、高效、安全和舒适都应该是你的终极目标。

第二部分 接近路线



3 快速行进

“山区环境是危险的。在危险情况下，你的动作越快，行动能力越强，你也就越安全。”

这句话是Black Diamond公司创始人崔纳德（Yvon Chouinard）在二十多年前写下的。自法国登山者泰瑞（Lionel Terray）与后来的崔纳德提出“轻装快速”的概念以来，这一概念一直是现代登山运动的核心思想。在山上，安全和成功都取决于速度。无论是在接近路线还是攀登和下撤的过程中，快速行进都是至关重要的。

进山过程

我认识许多成功的登山者，他们徒步的速度无一例外都非常快。他们步子大，节奏快，我有时简直得一溜小跑才能勉强跟上。无论是在小径上、破碎的地形上、陡坡上，还是根本没有路的地方，无论是上坡还是下坡，无论负重多少，他们都能长时间维持快速徒步行进。我经常跟这样的人一起进行攀登，也花了很多时间分析他们得以快速行进的原因。体能并不是主要因素。当然，最基本的体能保障是必要的，否则快速行进也就无从谈起；不过，单有良好的体能还远远不够。以下是我总结出的几条关键因素。

养成快速动作的习惯

所有速度快的登山者都有一个共同点：对他们来说，速度快是一种习惯。这对你来说是个好消息，因为你也可以养成这样的习惯。当你徒步时，不妨随时考虑一下，你的动作还能不能再快一点？当然，你用不着把运动强度提高到极限，重要的是掌握好你自己的节奏。节奏对于登山者来说是至关重要的。不过，行进节奏在很大程度上也是一种个人习惯，如果你养成了快节奏行动的习惯，就可以既提高行进速度，又用不着多费太多力气。一开始，你可

能需要时刻注意维持新的节奏，不然就会渐渐慢下来。不过，经历过几次这样的徒步之后，你就会渐渐适应新的节奏。当然，这也有可能会让你的徒步搭档们感到不爽——如果他们实在不能接受，那就去找新的搭档吧。

保持前进

换句话说，你要尽可能减少停下来的时间和次数。不要动不动就卸下背包，不管你的动机是喝水，吃东西，拿相机，增减衣服，还是别的什么。把你可能会用到的物品放在口袋里，这样你就可以一边走路一边取用。预先弄清楚路线情况，把每一处岔路和地形特征记在脑子里，这样就用不着时常停下来找路。要是你实在没有办法，不得不停下来的话，那就把这次经历作为下一次出行的教训。

轻量化

在这本书里，我会反复强调“轻量化”的概念。轻量化是快速行进的保证，如果你的背包重达 25 公斤，那你当然不可能跟上前边那个只背了 15 公斤的家伙。第 17 章将会专门探讨轻量化登山的话题。

每次休息五分钟

不要超过五分钟，也不要太频繁。每个小时停下来歇歇脚，检查一下地图，补充一点能量胶和饮水——只有这样你才能维持一整天的行进节奏。不要把五分钟的休息时间拖延成十五分钟，要不然你就不用指望行进速度了。要是你感觉衣服穿得太多，开始不受控制地流汗，那就必须停下来脱掉一两件（记住，下次出发时不要穿这么多！）；要是你感觉衣服穿少了，身上发冷，那就走快一点。多人一起徒步时，把握休息时间的责任就落到了领队肩上。出发前要向队员们强调速度的重要性，免得出发后有人不遵从你的号令。

徒步人数不要太多

经验表明，一起徒步的人数每增加 1 人，消耗的时间至少会增加 1%，如果徒步者们的体力、节奏和准备情况相差甚远，总体速度就会被进一步拖慢。人越多，效率就越低，即使领队再严厉也是一样。有人说“一支队伍的速度取决于最慢的队员的速度”，这一说法并不完全正确，因为一支队伍的速度总是比最慢的队员还要慢。即使允许队员们各走各的，也很难提高总体速度，因为那些磨磨蹭蹭的队员只会更加磨蹭，而且万一有人走丢了的话，那浪费的时间就更多了。不过，例外的情况也不是没有：一支习惯良好、配合默契的四人攀登队伍，其行进速度很可能比队里任何一个人单独徒步的速度都要快，这或许是团队气氛，或许是彼此间的竞争因素使然。不过，如果队伍再大的话，速度就必然会被拖慢下来。

行进间补充营养和水分

本书第 19 章会讨论高强度运动的饮食安排。徒步的过程经常会持续几个小时甚至几天，要想长时间维持较高的行进速度，科学的营养和水分补充是必不可少的。

登山杖

一开始，你可能并不适应登山杖的感觉，但是当你习惯之后，就会体验到登山杖的好处。登山杖在上山时可以提供额外的助力，下山时则能提高稳定性，这两种性能都有助于提高行进速度。即使在平路上，握着登山杖走路也可以预防手指因充血造成的肿胀。我认为，登山杖必须具备两个特点：带锁死的三节式结构（这样在开始攀登时就可以把登山杖收进背包），以及在岩石上不容易滑动的合金杖尖；在此基础上，越便宜、越轻便的登山杖就越好。我个人最欣赏的是那种截面呈星状的硬质合金（碳化钨）杖尖。尽量选择杖尖和其他配件容易更换的型号，因为登山杖的磨损非常

快。某些厂商声称，他们制造的塑料杖尖可以在紧急情况下通过断裂来吸收冲击力——不要听信这样的话。锁定部件是登山杖中最脆弱的环节，那些塑料做成的膨胀螺栓总是很容易出问题，而且有些设计在登山杖收起来的时候无法锁紧。多在不同的坡度和地形上进行练习，以掌握长度调节的要领和腕带的使用方式。登山杖不是用来攀爬雪坡的，也不是用来穿越溪流的，而是用来帮助提高徒步速度的。某些较新款式的登山杖在技术型攀登中也开始占据一席之地，详情参见第 16 章。

攀登过程

在攀登过程中，速度同样是关键因素，但攀登速度的提高远比徒步速度的提高要难得多。攀登一旦开始，时间就成了你最大的敌人，它会与其他种种威胁——坏天气、路线上的各种危险，以及黑夜——一道，阻挠你获得最终的成功。你的速度越快，成功的可能性也就越高，因为速度永远意味着更多的选择。登山过程中，绝大多数的攀登都是在难度相对较低的地形上进行的，所以在这样的地形上快速移动的能力是关键中的关键。在低难度地形上节省的时间，可以用来克服真正极限的技术问题。快速攀登的要领与快速徒步非常相似，但你还必须具备良好的判断力、鉴别路线的能力、熟练的攀爬技术和操作技术等。



4 野外导航

“迷途者未必迷踪。”

不管这句话到底是莎士比亚还是托尔金的名言，你可以确定的一点就是，这样的话绝不会是登山的人说的。登山过程中，要是连方位都判断不了的话，那基本上就可以确定是迷路了。这一章介绍的各种导航定向手段，可以帮你在迷路的时候重新确定自己的方位。

所谓“导航定向”，其实包含了以下几方面的内容。

导航（Navigation）是指寻找路线、抵达目的地的整个过程。有时你只需要沿着小路一直走下去，就可以完成这一过程，最多只需要偶尔查阅一下地图，确定行进方向没有搞错。也有些时候，你只有在指北针、等高地形图和熟练导航技能的帮助下，才能最终抵达你的目的地。

路线判断（Routefinding）更像一门艺术而不是科学。你需要对前方地形进行评估，寻找最佳的行进路线，并且不断进行修正，以维持最高的行动效率。有时你必须做出选择——是通过面前的粒雪盆，横切碎石坡，还是攀爬一整段的岩壁？是走山脊还是走沟底？是沿着小路之字形上升，还是一路直上？等等。季节、天气、队伍状况、时间、装备、负重等一系列因素，都会影响你的判断结果。

定向（Orientation）是指在地图上判断你自己位置的过程。大多数情况下，你并不会太在乎自己的位置——只要行进路线大体正确就够了。但也有些时候，例如迷路时，你必须精确判断自己的所在方位。识图定向技能可以让你在不借助GPS等电子设备的前提下，在地图上准确判断自己的位置，精确度在几十米之内。

定向越野（Orienteering）是指寻找某个具体地点的过程。定向越野已经发展成了一种专门的运动项目，不过其中涉及的技巧对登山也十分重要，例如寻找营地、物资存放点、小路起点等。

地图导航

过去所说的“野外导航”，通常是基于军用地图与指北针的配合使用。然而，登山者并不是炮弹，不可能仅凭一次测量结果就在地图上移动很长的距离。我自己很少使用指北针，因为用起来实在太麻烦了。通常情况下，我只要随时注意实际地形和地图的对照，就可以把握自己的位置。

许多新手都以为指北针比地图更重要，这其实是完全错误的。地图包含了大量的地形信息，而指北针所能做的不过是偶尔帮你确定东西南北而已。在不熟悉的地形上，只有随时确认自己在地图上的位置与既定路线相符，才能避免迷路。要想做到这一点，必须首先熟悉等高地形图的基本概念。学习这些概念的过程，对有些人来说轻而易举，另一些人则需要付出更多的努力，但只要你足够坚持，迟早能掌握相关要领。

现实世界中的地形是复杂的、三维的，不仅包含基本地表特征，还包括植被、地表水体、粒雪盆、冰川、道路、小径、人工建筑物等。地图不仅能反映这些东西，还包含了其他能够帮助你判断地形特征、确定方位的信息，诸如政区交界线、断面测绘线、UTM 网格（详情参见后文）等。要从简简单单的一份平面图中读出如此纷繁复杂的信息，绝不是一桩容易的事。美国地质勘探局（USGS）提供的标准地图，包含的信息远比野外定向所需要的信息要多，所以你在读图过程中，必须从海量的信息中筛选出对你有用的基本地形信息。

在 USGS 7½ 标准等高图上，各种颜色均有其意义。

棕色——用来表示等高线，例外的情况是在终年粒雪盆和冰川上，那里的等高线是用蓝色来标示的。相邻等高线之间的等高距有的为 20 米，有的为 40 英尺（12.192 米），但同一张地图通常只会采用一种等高距。地图边缘的图例文字中会说明所采用的等高距。每隔 5 条等高线就会有 1 条粗线，其等高距为 100 米或 200 英尺（60.96 米）。有些时候，粗线所代表的海拔高度会在图上用棕色阿拉伯数字标明。

蓝色——用来表示与水体相关的地形特征，如溪流、湖泊、冰川等。冰川和粒雪盆区域的等高线也是用蓝色表示。

绿色——用来表示植被，从稀疏的灌木丛到茂密的森林。植被的具体性质（草地、低矮而茂密的灌木、稀疏的灌木丛）通常不会在地图上标明。地表植被的分布状况经常会发生变化，所以实际的植被分布情况可能跟地图上相去甚远。

黑色——用来表示小路、小径（用虚线表示）以及其他的人工建筑和地标。人们会建造新的建筑物和地标，已有的建筑物也可能会自然倒塌或被拆除，所以实际的地标情况可能并不符合地图所表示的情况。

红色——用来表示较正式的道路和高速公路，以及公路周边的附属区域。

紫色——用来表示尚未经过测绘确认的地形／地标变动信息。

等高地形图

在美国，最基本的野外导航地图是美国地质勘探局（USGS）提供的标准等高地形图系统；加拿大和墨西哥也采用类似的系统。本书以登山者最常用的 USGS 7/ 等高图为例，来说明识图定向的基本要领。这种等高图依据纬度（地表某位置到地心的连线与赤道平面形成的角度，范围从赤道地区的 0° 到南北两极的 ±90°）和经度（地表某位置到地轴的垂线与本初子午线平面形成的角度，范围从本初子午线上的 0° 到国际日期变更线处的 ±180°）将地球表面分成若干方块来表示。在赤道地区，经度 1° 相当于 60 海里（111.12 公里）的距离。每张 USGS 127/ 等高图的经纬度跨度均为27/（亦即 1/8°）。在中等纬度的温带地

区，这一范围约相当于东西长 10 公里，南北高 14.5 公里的方块；在赤道地区，这一范围则几乎是一个正方形。离赤道越远，地表弯曲度对地图形状的影响就越大，但只有在极高纬度地区（如阿拉斯加），这一影响才能充分表现出来。标准比例尺为 1 ∶ 24000，也就是地图上的 42 毫米约相当于实际的 1 公里。过去的一些地图采用 15’ 的经纬度跨度，比例尺为 1 ∶ 62500（阿拉斯加地区为 1 ∶ 63360），但是这样的地图已经停止印刷了。美国出版的地图广泛采用英制单位，但也有少数地图采用公制单位。加拿大和墨西哥的地图均采用公制单位，比例尺为 1 ∶ 50000。地图边缘会标明地图信息的测绘时间。山区地形很少发生变化，所以山区和野外地形图的更新频率一般低于城市和乡村区域地形图。这可能意味着你所使用的地图上标出的小径、建筑物和铁路分布都是 30 年前的陈旧信息。

等高线与地形

所谓“等高地形图”，就是指用等高线来表达地形的地图。把地表海拔相同的各点连接起来，就构成了一条等高线。要想读懂等高地形图，首先必须具备依据等高线判断实际地形的能力。那么，等高线和实际地形的对应关系究竟是什么样的呢？我在这里提供了同一片地区的 4 种不同表现方法，以帮助你更好地理解这种对应关系。

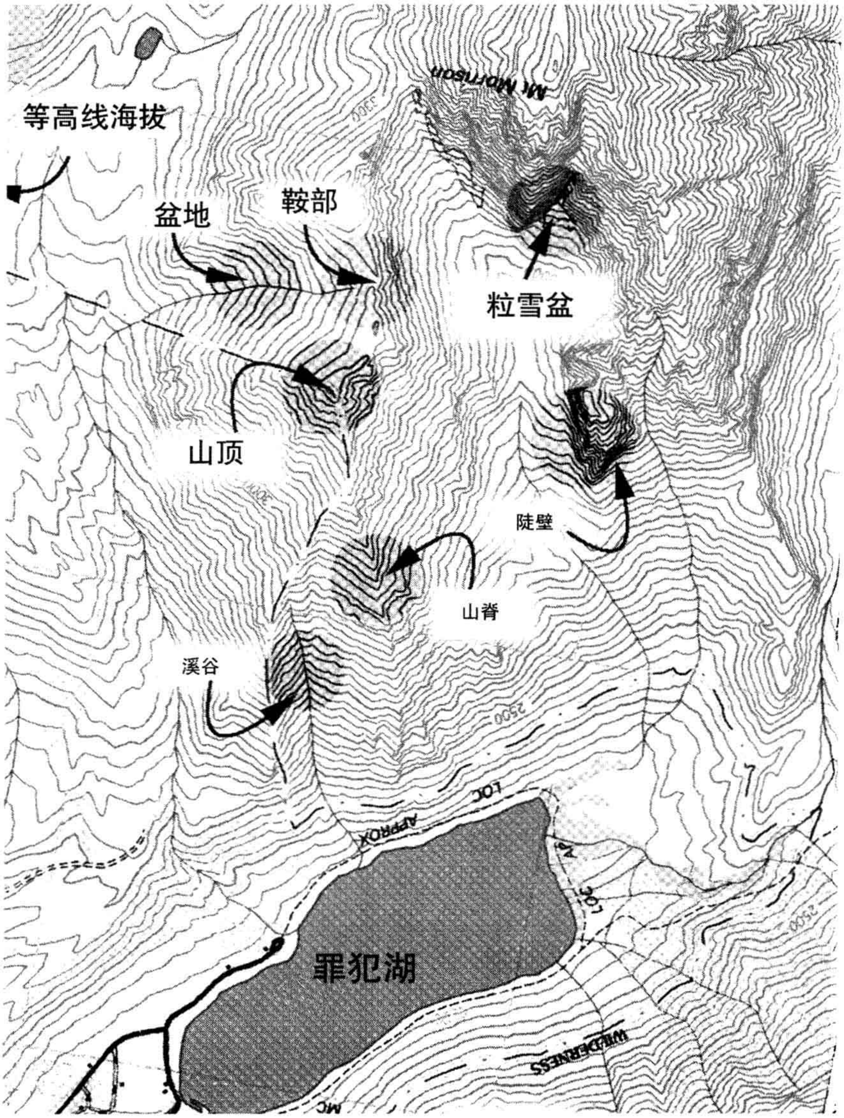
第一张图采自加利福尼亚州罪犯湖（Convict Lake）及其西南山区的 7½’ 等高地形图。我在图上用文字标出了部分地形特征，以便你将这些特征与对应的等高线进行对照。第二张图是电脑程序使用等高地形图数据和微波测绘数据计算生成的罪犯湖区虚拟地形。第三张图是同一程序计算生成的莫里森卫峰（Mini Morrison）虚拟地形，其位置在罪犯湖对面。最后一张图则是实地拍摄的莫里森卫峰地形，用于与虚拟地形进行对照。

要是仔细看完这几张图，你仍然没有领会到等高地形图的基本概念，那就反复思考几遍，直到领会清楚为止。通过等高地形图对实际地形作出快速而准确的判断，对于登山者来说，乃是一项重要的，甚至是必不可少的能力。以下是几条有用的提示。

等高线间距越近，就意味着坡度越陡。在等高距 20 米的 1 ∶ 24000 等高地形图上，每五条等高线（两条粗线）的等高距为 100 米，而 100 米的水平距离在地图上约相当于 4.2 毫米。如果地图上两条粗线之间的距离为 4.2 毫米，就意味着该处坡度约为 100%，坡面倾角为 45°。如果这一区域为岩石地形，45° 的倾角通常意味着较难通过的技术地形，很可能会需要使用绳索。如果地图上两条粗线之间的距离为 8.4 毫米，就意味着该处坡度约为 50%，坡面倾角约 27°。这样的岩石坡尽管仍然比较陡，但应该用不到绳索。地图边缘的坡度尺可以用来快速判断坡度。在等高地形图上，直接测量某一区域的坡度（海拔差除以水平距离）并不难，但要将坡度换算成坡面倾角，就需要三角函数方面的基本知识，坡面倾角 =arctan[坡度]。“坡度”与“倾角”这两个概念，其实表达的是同一件事情——坡面的陡峭程度。我在本书附录部分中提供了一种简单的坡面倾角测量工具，可以帮助你在 1 ∶ 24000 等高地形图上直接测量坡面倾角。这一工具主要是为登山滑雪者设计的，因为坡面倾角是登山滑雪中最关键的数据之一。

如果地图上的一片区域没有等高线，或者等高线相当稀疏，就说明这片区域相当平坦。如果地图上的几条等高线挨到了一起，就说明该区域为悬崖陡壁。当然，某些地形特征无法在地图上体现出来。在等高距 20 米的地图上，一座高差 19.5 米的岩壁可能完全表现不出来；一片由十几米高的乱石组成的迷宫，在地图上可能会表现为平坦的地形；一条看似容易通过的小溪，可能两岸都是陡峭的崖壁；一

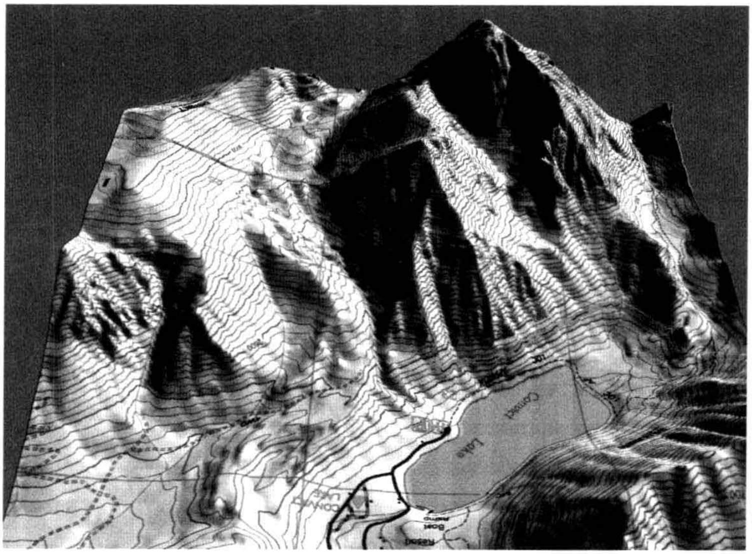
片看似容易通过的开阔地，可能长满了难缠的灌木丛。或许你只有在经历过这些倒霉的事情之后，才能认识到地图信息的局限性。



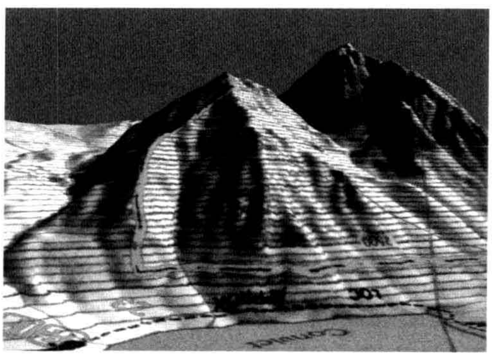
USGS 7 1/2' 等高地形图示例。图中地区为罪犯湖（Convict Lake）及其周边区域

熟悉地形

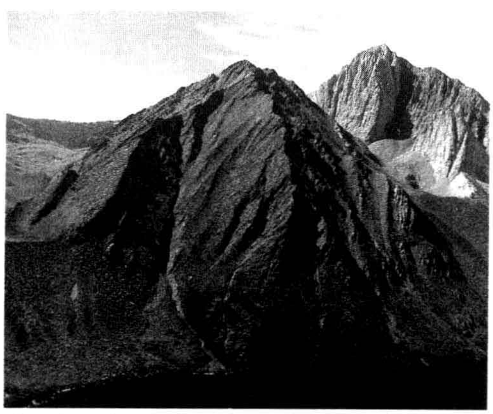
现在，让我们来熟悉一下不同地形在等高图上的区别。如果一连串等高线形成彼此平行的V形，而V形的底部是一条蓝线（溪流），那就说明这是一片溪谷，而不是山脊。等高线形成的闭合小圈，通常意味着山顶而不是坑底（后者在实际地形中非常罕见，地图上一般用指向等高线圈中心的小箭头标注）。山顶位置常常标有黑色的X符号、海拔数据、基准点符号或者三角形符号。池塘和湖泊一定是位于谷底而不是山顶。V形等高线代表山谷和沟槽时，V字尖端指向海拔升高的方向；代表山脊时，V字尖端指向海拔降低的方向。山谷底部通常会形成溪流，但是山脊顶部一定不会。山谷会汇合成更大的山谷，山脊则会在山顶位置汇合。山脊中间的鞍部，其形状与高耸的山峰大不相同。蓝色的虚线代表季节性溪流，可以作为判断山谷和沟槽的依据，但是当你真正到达溪边时，很可能会发现里面没有一滴水。有些时候，山脊与山谷无法单靠等高线形状来区分，你必须寻找等高线上的海拔标记，或者是附近更有特点的地形。



由等高地形图数据经电脑程序生成的虚拟地形，表示同一片区域



由等高地形图数据经电脑程序生成的莫里森卫峰（Mini Morrison），其后面为莫里森峰（Mt. Morrison）



莫里森卫峰的实拍照片

利用地形特征

野外导航中，你经常需要利用借线法来判断方位。所谓“借线定位”(Handrail)，是指利用任何明显的、容易辨认的地形特征进行定位，例如山脊、河床、较大的水体、悬崖、小径等。野外很少有明显的人工地标，但如果你足够幸运，也可以用易于辨认的铁路或是高压电线作为地标。(注意：地图上对人工地标的表示可能并不准确。) 某条特定的等高线也可以用于借线定位。在山区，沿等高线横切通常并不是一件容易的事情，但你并不一定要沿着等高线或是其他地标前行，只要能辨认地标的位置，作为判断你自己位置的依据就可以了。

“攻击点”(Attack Point)，是指你在很长一段路线上都可以看见、可以作为行进方向参照的地形特征。当你接近某一个攻击点时，先确定你自己的位置，然后再制订下一个阶段的攻击点。远方突出的山峰可以作为很好的攻击点——你并不一定要到达攻击点本身，只要知道你的实际目标与攻击点的相对位置就可以了。

“集结点”(Collecting Feature)，是指位于路线上或路线附近、容易辨认、能够帮助你确认自身位置的地形特征，例如桥梁、岔路口、过河点、垭口等。接近或者抵达集结点，通常意味着采取某些特定的行动，例如拐上岔路、转弯、离开小径等；我把这样的集结点称为“决策点”(Decision Point)。

“折返点”(Catching Feature)，是指那些位于目标决策点以远，可以帮助你判断是否已经走过头的地形特征。小径方向的变化、坡度的变化，都可以作为判断折返点的依据。在小径错综复杂的地区，以及因为冬季积雪而无法准确判断路线的地区，设立容易辨认的折返

坡度、倾斜角、斜率与等高线间距的对应关系

(比例尺1：24000)

坡度(%)	倾斜角(°)	斜率(米/公里)	地图上每6条等高线(2条粗线)间距(毫米)	备注
1.75	1	17.5	145	
6	3	60	42.4	较陡的公路
10	6	100	25.4	普通的小径；极陡的公路
14	8	140	18.0	去法国阿尔普蒂埃滑雪场(l' Alpe d' Huez)路上的平均坡度
20	11	200	12.7	
40	22	400	6.35	陡峭的小径；去阿尔普蒂埃滑雪场路上的最大坡度
50	27	500	5.08	坡度为1：2(每前进1公里爬升500米)
67	34	670	3.81	坡度为2：3(每前进1公里爬升667米)
70	35	700	3.56	一般碎石坡的休止角；极陡的滑雪场黑道
75	37	750	3.30	实际行进路线比水平距离长25%
100	45	1000	2.54	坡度为1：1；有些登山者可能会需要绳索
200	63	2000	1.27	
236	67	2360	1.02	等高线几乎重合(悬崖)

点，可以防止你因为错过某个关键的决策点而迷路。

至于“步幅计算”（Pace Counting）——通过行进速度和时间计算距离和方位，则是不得已而为之的下策，因为在野外，行进速度通常并不容易估算。首先估计你自己的大致位置，再观察周围的地形，看看是否能找到与地图上对应的地标。如果你能够准确判断自己的徒步速度和行进距离，就可以减少估算误差。

“偏向瞄准”（Aiming Off，或称 Bearing Off），是指不直接朝目的地方向前进，而是通过绕路来最终到达目的地的策略。有些时候，与其冒着迷路的危险，在缺乏辨认特征或是能见度较差的地形上前进，不如先到达某个容易确认的折返点，然后再转为朝目的地行进。例如，如果你的车停在树林里的某一条道路旁，而你不清楚其具体位置，那就不妨故意偏右一点，这样当你到达路边的时候，只要朝左拐就可以了。如果你朝向停车的大致位置进发，但是在到达路边的时候并没有看见车的位置，那就只能随机左拐或者右拐——也就是有 50% 的可能会拐错方向。如果你对这一带的地形不熟悉，抑或是天已经黑了，这样就有可能会浪费大量的时间。

微地形导航

仔细观察地图上位于路线附近的等高线形状。哪怕是某一条等高线的细微弯曲，也必然对应着实际区域中的地形变化。如果你需要进行比较精密的导航，那就要注意等高线细节所表现出的微地形特征，并将这些特征与实际地形相对照。如果地图上的微地形特征在实际地形中不存在，那就说明你很可能是走错了路。微地形导航的熟练应用，可以让你在大部分时间里准确把握自己在地图上的位置，误差在十几米之内，并且无需借助指北针的帮助。

快速行进

这是本书贯穿始终的主题。如果你能对地形细节作出快速而准确的判断，就可以在容易通过的地段，例如路况良好的小径上，维持较高的行进速度。当你接近某个决策点时，可以暂时放慢脚步，确认自己的方位，然后再继续沿正确的方向快速前进。如果因为降雪等原因地表形态发生了较大的变化，你就必须要借助微地形导航来寻找某些关键点，例如下雪前存放装备物资的地方。然而，如果仅凭某个折返点就足以判断是否走错了路，那就用不着在小径上使用微地形导航，否则就会拖慢行进的速度。

实地读图

当你手持地图站在野外时，首先应该确保周围的地形与地图相符。掏出指北针，把经过磁偏角修正的刻度盘旋转到 0°，然后让指北针基座的边缘跟地图边缘重合。旋转地图和指北针，直到地图标明的北方与磁针指向同一个方向为止。如果方向没有对正，地形判断可能会相当困难。如果你需要长时间读图，可以在地上划出一条南北走向的对照线，用来确保地图不至于偏离方向。与此同时，你必须随时动脑思考：太阳的角度是什么样的？你面对什么方向？是否有什么东西不对劲？

究竟有多陡

或许你会感到惊讶，因为这个问题居然有标准答案——应该说是三个标准答案：比 35° 更陡，刚好 35°，或者不到 35°。为什么是 35°？这里涉及材料学中的一个概念——休止角（Angle of Repose）。如果你将大量性质相似的、不规则的物体堆积起来，那么堆积物的总体倾斜度就有一个上限，这个上限主要是由单个堆积物的大小决定的。如果倾斜度超过上限，堆积物就会坍塌。所谓“休止角”，就是堆积物所能稳定维持的最大倾斜度。

抓一把沙子堆成一堆，你就会明白这一概念的含义。对于干燥的碎石、岩屑和沙砾，休止角通常在 30° ～ 40° 之间，也就是平均值约为 35° ——或者你也可以采用 34° ，也就是坡度为 2 ∶ 3（67%）的坡面所具有的倾斜角度。大块的岩石经常能形成比碎石和沙砾更陡的坡度，但是通常只是暂时性的。

如果你站在倾斜度刚好等于休止角的碎石坡上，那你在朝下看的时候，就会感觉十分安全，即使碎石坡长得一眼望不到边。这是因为即使你失足滑倒，也会马上停下来，就像你周围的碎石一样。然而，如果你尝试向上爬，就很容易带动你周围的碎石一起滑落，回到原先的位置。这样尽管安全，但是很耗体力——许多登山者都有攀爬这种碎石坡的经历。在这样的碎石坡上下撤，则是非常惬意的一件事，你可以半走半滑，就像在软硬适度的雪坡上一样。

假如碎石坡表面覆盖有冰雪，那你的安全感就会消失了。攀爬 35° 倾角的雪坡并不困难，但是在无保护的情况下沿这样的雪坡下撤——无论你穿的是滑雪板、冰爪，还是只有高山靴——则是很恐怖的一件事。你会本能地觉得，一旦不慎摔倒就会滑落很远。这样的直觉是正确的。一般滑雪场里最高级的黑道（Black Run），其倾斜度通常不超过 35° ，这是因为这样的雪道原本就是积雪覆盖的碎石坡。要形成更陡的雪坡，就需要岩石地形，或者风力作用形成的积雪。（注意：粒雪盆、冰冻的峡沟和冰川并不受这一原理的限制，所以往往会形成更陡峭的坡度。）

那么，这条知识究竟有什么用？如果你的目标是远处的山峰，进山路线需要通过一段漫长的碎石坡，那你可以确定，即使是碎石坡最陡的地方（通常在最上部），其倾斜度也不会超过休止角。只有比碎石和沙砾体积大得多的石块，才能堆积成更陡的坡度。你可以借此判断路线各部分的长度。另一方面，35° 左右的碎石坡如果覆盖了较厚的积雪，就会成为板状雪崩（Slab Avalanche）最容易发生的场所。如果你在地图上判断出路线某一部分的倾斜角度大于 35° ，那就说明该路段至少有部分是岩石地形，而不是连贯的碎石坡。

指北针

到现在为止，我们已经了解了大量导航定向方面的内容，但是还没有开始接触指北针。这是一件好事。然而，总有些时候，你找不到合适的地标，没有良好的攻击点，没有容易辨认的折返点，也无法进行微地形导航。这种时候，你只能借助指北针的帮助，所以学习使用指北针还是很有必要的。

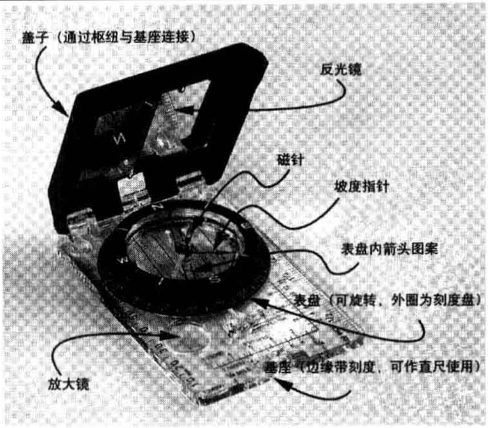


取一根小树枝，竖直放在手表表盘上，让时针与树枝投影（即太阳方向）重合，则时针与 12 点方向夹角的平分线即为南方

指北针本身的结构并不算复杂，但是使用起来就没那么简单了。它的主要功能有二：在现实环境中辨认方位，以及在地图上进行方位测量。进行实地测量时，所谓的“方位”是指从你所在地到目的地的连线与正北方向之间的夹角，其中“正北”可以是指北针直接测量出来的磁北方向，也可以是用磁偏角进行修正之后得出的真北方向。在地图上进行方位测量时，指北针的基座作为绘图工具（量角器和直尺）使用，磁针的指向则没有意义；测量出的“方位”是指地图上任何两点之间连线与真北方向之间的夹角。

结构与功能

选购指北针时，首先要考虑的是你的应用需求。如果你希望让这一章中所介绍的所有导航技巧都得到应用，那就应该选择带有基座、盖子上装有反光镜、具备磁偏角修正功能（精确到2°）和坡度计功能的指北针。我自己在觉得有必要利用指北针确定方位时，就会携带这样的指北针。那些结构更简单的指北针，比如没有反光镜，或是磁偏角修正只能精确到15°的型号，很难提供令人满意的测量结果。不过，在你需要确定方向的时候，无论是什么样的指北针都比没有要强。

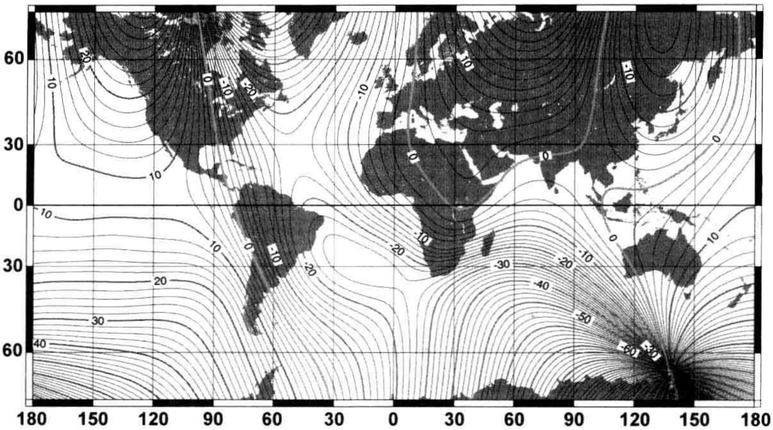


磁偏角

地磁两极位于地理上的两极附近，因此，即使是最简单的磁针工具也可以用于导航。然而，地磁两极与地理两极并不完全重合，所以在进行精确测量时，必须考虑到这种不重合所造成的系统误差，也就是所谓的“磁偏角”。等高地形图通常会在边缘标注图示地区的磁偏角。地磁北极位于加拿大境内，83° N/114° W附近，距离地理北极约1300公里；其位置正在逐渐朝西伯利亚方向偏移，因此每过25年，加利福尼亚地区的磁偏角就会改变1°左右。即使是在一天之内，地磁北极的位置也会稍有变化。身处密西西比河谷（经度约为114° W）的登山者，基本不用考虑磁偏角的问题，但是其他地方的登山者就没有那么幸运了。在美国西海岸，指北针的磁针会指向加拿大北部，而不是更偏左的地理北极；在西雅图，磁偏角约为19°，方向偏东。在美国东海岸，磁偏角的方向正好相反（偏西）。经度相同的地区，纬度越高，磁偏角的影响就越明显。在靠近北极圈的阿拉斯加，磁偏角的大小超过了20°，方向偏东。

测量方位时，如果使用带有磁偏角修正功能的指北针，就可以很容易地确定真北方向——只要预先进行磁偏角修正，让表盘底部的平行刻度线与表盘内的箭头图案形成相当于磁偏角的角度就可以了。如果你的指北针不具备这一功能，不要尝试通过心算来修正磁偏角（在野外，心算往往容易出错）；你可以在指北针的盘面上做一个记号，标明你所在地区的磁偏角。要是你连这一点都做不到，那就养成每次测量之后把指北针朝某一个方向旋转一定的角度，然后再读数的习惯；这比做算术要简单得多——特别是在磁偏角误差会导致测量结果小于0°或大于360°的情况下。

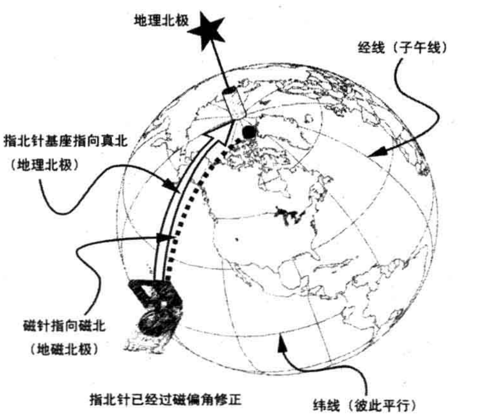
磁偏角并不是地磁场对指北针的唯一影响。由于磁针方向总是指向地磁场的磁感线方向，所以测量位置离地磁两极越近，磁针就越容易发生水平倾斜。如果你站在地磁极点上测量，磁针就会指向正下方或者正上方。为了抵消这一效应，制造指北针的厂家通常会使用两端重量不对称的磁针。按照地磁场对磁针水平度的影响大小，可以把整个地球表面划分为六个区域，设计用于其中某一个区域的指北针，到了另一个区域就会发挥失常。有些指北针的结构中采用了万向旋转装置，生产厂家声称，这样的指北针可以在任何地方使用。



世界各地磁偏角示意图，2000年版（数据来源：美国国家海洋与大气管理局）

相交线定位

指北针的作用，除了测量方向之外，就是在地图上判断你的所处位置。为了达到这一目的，你需要对周围的特征地形进行方位测量，然后再在地图上进行相交线定位，也就是通常所说的“三角定位”。如果你已经处于某个容易辨认的地标之上，例如特定的小径、山脊或者溪流，那么只需要测量另一地标的方位，就可以确定你的位置。听起来似乎很简单，但是实际测量过程中，你可能会遇到各种各样的问题。在森林里，由于视野受限，你很难对周围的地标进行方位测量。在你所不熟悉的山区，尽管视野开阔，但如果你无法辨认周围的山峰在地图上对应的位置，测量结果也就没有任何意义。在平坦开阔的区域，可参照的地标往往距离非常远，从而导致非常严重的误差。在能见度极差的天气里，即使是近处的地标也有可能无法辨认。所以，相交线定位只能作为万不得已的导航手段。



地磁北极与地理北极并不重合

方位测量

方位的测量并不是一件难事，但是这里介绍的小技巧，可以让你的测量精确度达到2°以内。首先，寻找一处在地图上和实际地形中都很容易辨认的地标。面对地标，双臂水平向前伸出，双手平端指北针，盖子与基座约成60°夹角，这样你就可以一边越过盖子观察地标，一边通过反光镜观察指北针表盘。用指尖调整刻度盘，不要让基座移动。如果你的指北针是新买的，刻度盘旋转不畅，可以在刻度盘内缘滴极少量的硅油作为润滑剂。让磁针转轴与反光镜中央细线的连线对准你要测量的地标。旋转表盘，让表盘内箭头图案与磁针大致重合，然后再用刻度盘进行微调，使箭头图案与磁针完全重合。整个测量过程都要让基座保持水平，并且让磁针远离铁器和磁性物质（手表上的简易指北针、随身听耳机等）。仔细调

节基座角度和刻度盘，直到磁针转轴与反光镜中央细线的连线（亦即基座中线）严格对准目标地标、表盘内箭头图案与磁针严格重合为止。现在，刻度盘读数就是目标地标相对于你所在位置的方位。如果你需要更高的精确度，可以多测量几次，对测量结果取平均值。

如果你对指北针的结构还不是很熟悉，可能会弄不清楚，究竟应该用基座上的哪个记号作为读取方位的依据。对于用枢纽结构连接盖子与基座的指北针，这一问题很容易解决——枢纽上的记号就代表了目标方位。在地图上用基座测量方位时，也要注意不要弄错了记号。

测量用的地标可以是任何易于辨认的地形特征。最好的地标是 1 英里（1.61 公里）距离内的突出山峰。不要轻易使用人工地标定位，因为人工地标的位置可能与地图不符。地标离你所在位置越远，测量误差就越大。对 1 公里外的地标进行测量时，2° 的测量误差会导致 35 米的距离偏差，而对 1 英里（1.61 公里）外的地标进行测量时，2° 的测量误差则会导致 180 英尺（55 米）的距离偏差。并不是只有山峰才能用于定位；易于辨认、能够在地图上找到准确位置的岩壁、岩槽以及其他地形特征，都可以作为测量地标。即使你对目标地标在地图上的位置非常有把握，也应该对照一下周围的地形，以防出错。



实地测量莫里森卫峰（Mini Morrison）的方位

坡度测量

对你所处位置的坡度进行测量，也可以作为定位的有效手段。对于不规则的山坡，坡面的倾斜角度乃是等高线切线与水平面所成的角度，滑雪者通常把这样的切线称为“下降线”(Fall Line)。如果你能够准确测量坡面的倾斜角度，就可以把你所处的山坡与地图上的其他山坡区分开来，从而减少定位的麻烦。例如，如果你正处在一条小径上，知道了所在位置的坡度，你或许就可以判断自己究竟处在小径的哪个位置。当其他测量手段无法奏效的时候，坡度测量经常能发挥很大的作用。

“反向方位”是指与正常测量方位刚好相反的方位。测量出发点的反向方位，可以帮助你确认前进的方向。你用不着先测量正常的方位，然后再加上（或者减去）180° ；只要在读数时使用与正常读数记号位置相反的那个记号，或者使用磁针指南的一端（通常漆成白色）进行测量，就可以得出目标地标的反向方位。

经过一定的练习之后，你可以学会用肉眼判断方位，精确度在 15° 以内；这样，在确认了真北方向之后，即使没有指北针的帮助，你也可以估算目标地标的大致方位。你也可以先估计出某一处地标的方位，然后再用指北针测量，如果二者相差极大，就说明你的判断可能出了问题。对我来说，15° 就是单臂平展、拇指和小指尽量朝左右两边伸出时，拇指尖与小指尖所成的角度。15° 同时也是太阳和月亮在一个小时之内运行的角度——在判断离天黑还有多长时间时，这一点非常有用。

地图定位

接下来要做的事情，就是把你刚刚测得的方位转移到地图上。你甚至不需要刻度盘的帮助，只需要用地图自带的经线作为参照就够了。1989 年之后印制的地图，通常会标明 UTM 网格线（参见本章稍后关于 GPS 和 UTM 的内容），如果你使用的是这样的地图，就可以直接用 UTM 网格线作为参照。对于版本更老的地图，如果你所定位的地标位于地图

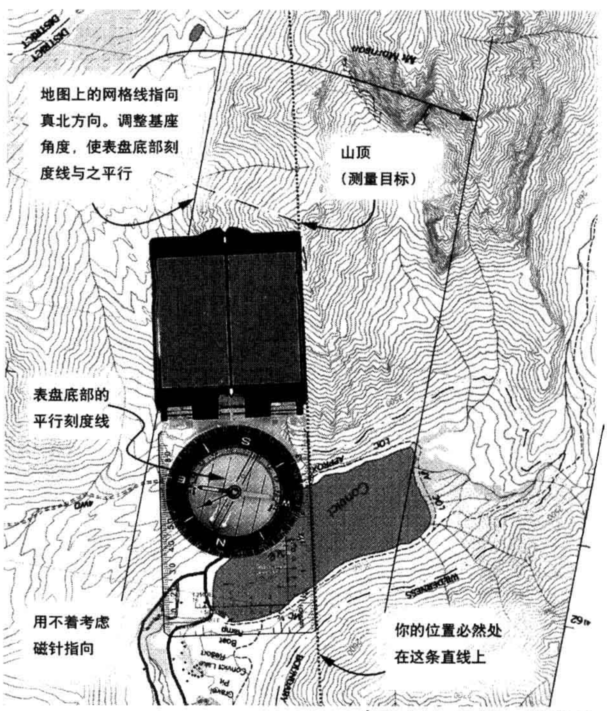
边缘附近，那你就可以直接用地图边线作为参照。否则，如果你希望进行精确导航的话，就需要自己用铅笔绘制与地图边缘平行的参照线。不要轻易相信地图上的红色参照线，这样的参照线并不一定与经纬线平行。也不要因为磁偏角的问题，就在地图上绘制指向磁北方向的参照线，磁偏角问题最好还是通过指北针的校准来解决。

在地图上进行定位时，用不着理会磁针的指向，也用不着保持地图水平。把指北针基座放在地图上，盖子完全摊开。在地图上找出你所测量的地标位置，让它恰好处于基座的某一侧边缘上；然后再绕着地标位置旋转基座，直到表盘底部刻度线与真北方向严格平行为止。（即使你没有读出方位数据也没关系，但是一定不要旋转表盘或者刻度盘。）这样，你所在的位置就一定处于基座该侧边缘的直线延长线，也就是图中所示的虚线上。如果你处在某一条小径或是定位线上，那么，该直线与小径或者定位线的交点就是你的位置。如果你没有其他的定位参照，那就选择另一个地标，方位最好与刚才的地标方位相垂直，然后对其进行测量，再把测量结果用另一条直线表示出来，那么两条直线的交点就是你的位置。当然，由于指北针本身和测量过程的误差，测得位置可能会偏离实际位置一段距离，但如果你选择了距离合适的地标，并且测量过程没有出错，那么这一偏离值应该不超过几十米。你也可以对多个地标进行方位测量，测量的地标越多，你对自己准确位置的把握就越大。

在地图上进行方位测量

你可以用一条线段连接地图上的两点，然后再用指北针测量该线段的方位角（测量时应注意区分“出发点”与“目标点”）。让基座某一侧边缘与线段重合，然后旋转表盘，直到表盘底部刻度线与地图上标示的真北方向完全平行为止。此时，刻度盘上的读数就是从“出发点”到“目标点”的方位角。磁偏角问题并不在考虑范围之内，因为指北针的磁偏角调节功能所影响的只是表盘与刻度盘的相对角度（也就是表盘底部的平行刻度线与箭头图案之间的夹角），并不会影响平行刻度线与刻度盘读数之间的位置关系。

在野外测量方位时，你所处的位置就是“出发点”，你所测量的地标则是“目标点”；但在地图上进行方位测量时，你完全不用受到这样的限制。例如，你可以把未来路线上的某个决策点当作“出发点”，把从那里能够辨认的某个地标当作“目标点”进行测量。当你到达该决策点时，再对目标地标进行实地测量，如果结果与地图上的测量结果相差较大，就可能意味着某个环节出了问题。



在地图上进行方位测量

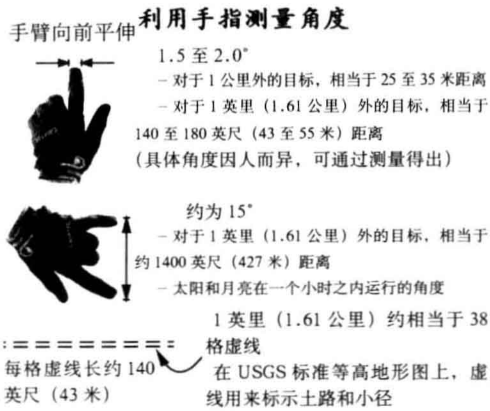
确定行进方向

确认了你自己的位置和目标方向以后，下一步就是确定行进方向。最简单的办法是寻找一个合适的攻击点，然后朝着攻击点的方向进发。如果找不到好的攻击点，可以先认清目的地的大致方向，然后借助某个明显的地标（如一条不太复杂的水道）进行借线定位，并且设立合适的折返点，以免不小心走过头。如果连借线定位也无法实现，那你也可以一直端着指北针，根据指北针读数朝目标方向直线进发——这是最笨的办法。如果你身处茂密的森林之中，或是能见度极低的环境下，那就只能采用这样的笨办法进行导航。在这样的情况下，尽管有地图和指北针，你还是很有可能迷路，所以一定要尽可能设立折返点。在某些极限情况下，你可能会需要让其他队员们排成一列，沿着目标方向前进，而你则走在队伍最尾端，一边参考指北针读数，一边指挥前面的队员们向左或者向右。在地形允许的情况下，队伍可以用这种方式进行直线移动，但是速度必然会非常慢——许多在冰川上遭遇过大雾的登山者都晓得这一点。

在没有小径的区域行进时，你经常会需要绕过障碍物，寻找新的地标，甚至朝不可见的目标前进。这就不仅需要上文介绍的导航技术，还需要足够的训练和实战经验，以及良好的判断力。努力学会利用地形特征进行导航，最好能到达完全用不着依赖指北针的程度。

高度计

近年来，由于便携式电子气压计和温度计的成本越来越低廉，许多随身电子产品都开始带有高度计功能，如手表、随身听、自行车码表、GPS 接收机等。这些产品的内置高度计质量各异，性能不一，要想充分利用其功能，必须首先理解气压高度计的工作原理和误差来源。



如果你以每小时 3 英里（约 4.8 公里）的速度徒步，那么在比例尺为 1 ： 24000的 7/ 等高地形图上：

这一速度相当于每小时移动 3 英寸（7.62 厘米）

这一速度相当于每分钟移动不到 2 格虚线

1 英里（1.61 公里）相当于地图上的 2.6 英寸（6.6 厘米），需要 20 分钟

地图上的 1 英寸（2.54 厘米）相当于实际的 2000 英尺（610 米），需要 8 分钟

在 1 英里距离处，1° 的方位误差相当于 92 英尺（28 米）的距离偏差

在 5 英里（8 公里）距离处，1° 的方位误差相当于接近 0.5 英里（800 米）的距离偏差

所谓气压高度计，是指通过测量气压，并对测量结果进行换算，来确定海拔高度的仪器。这样的换算之所以能够成立，是因为随着海拔高度的上升，气压会大致以指数规律下降。关于气压与海拔高度的关系，人们已经建立了标准数学模型，称为“国际标准大气压公式”（International Standard Atmosphere）。需要注意的是，除了海拔高度之外，能够影响气压数值的因素还有很多。气压高度计的准确度，主要取决于它处理这些因素所导致的误差的方式。价格昂贵的高度计并不一定性能优越。

天气误差

高度计的准确度可以用测量结果与实际高度的可能偏差来描述。在 USGS 标准等高地形图中，90% 以上的等高线准确度在 ±10 米以内，也就是偏差范围不超过等高距。天气是对

分辨率、精度与准确度

“分辨率”(Resolution)是指测量仪器能够显示的最小数值差。例如，我自己使用的便携式高度计具有1米/1英尺两种分辨率模式。“精度”(Precision)是指测量仪器能够准确表现的最小数值变化。方才提到的便携式高度计，其精度远远大于1米。精度通常是靠多次测量求标准差的方法来确定的。“准确度”(Accuracy)则是测量仪器读数与实际数值之间的偏差。我的便携式高度计号称准确度在30米之内，也就是说，当我站在某个能够从地图上辨认出海拔高度的位置时，高度计读数与地图显示的海拔高度相差不会超过30米——前提是没有风，气温与国际标准大气压对照表所界定的平均气温相符。对于一块可以揣在口袋里的便携式高度计来说，这样的准确度已经非常不错了。

高度计准确度影响最大的因素。气压计可以用来进行简单的天气预报，这就说明了天气对气压的影响程度之大。通常情况下，海平面的气压数值在95千帕至105千帕之间（1标准海平面大气压相当于101.325千帕，亦即约760毫米汞柱）。即使在晴朗稳定的天气下，一天之内的气压变化也常达到±0.1千帕，按照公式换算成高度差就是±9.1米——比相邻两条等高线的等高距还要大。而在高山环境下，天气引起的气压变化就更大了：在晴朗稳定的天气下，同一地点一天之内的气压变化，一般可以导致气压高度计的读数偏差±30米。如果天气发生变化，这一偏差就要显著得多：气压每浮动1%，高度计读数就会偏差±100米以上，而在暴风雪天气里，高度计读数偏差甚至可达±300米。无论是采用何种工作原理的气压高度计，都无法分辨海拔升降和天气因素引发的气压变化，所以你必须对气压与天气情况的对应关系有所了解。本书第6章“山区气象”会详细讲解用气压高度计进行简单天气预报的方法。

温度误差

温度也是影响气压高度计准确度的主要因素之一。绝大多数生产厂商都声称，他们制造的高度计能够消除自身温度（亦即感应芯片的温度）对读数的影响。要想确认这一点，你只需要把高度计放进冰箱里冻一段时间，然后再放到太阳下晒一段时间，看看读数有没有变化。如果没有变化，就说明你的高度计确实能够消除自身温度的影响，你无论是把它戴在手腕上还是揣在怀里都没有关系。不过，高度计能否消除外部气温对气压造成的影响，就完全是另外一回事了。

按照国际标准大气压对照表所总结的规律，海拔每上升1000米，平均气温会下降6.5℃，这一下降速率称为“平均环境温度递减率”(Average Environmental Lapse Rate)。对照表把海平面处的平均气温定为15℃，海拔2400米处的平均气温定为 -1℃。事实上，海平面处的夜间气温或许与15℃相差不大，但是海拔2400米处的夏季白昼气温必然与 -1℃相去甚远。气温会直接影响大气密度，从而影响单位海拔差对应的气压变化。如果你所在地点的气温高于对照表所界定的平均气温，那你的高度计敏感程度就会下降，因为当你上升（或是下降）了一定的海拔时，实际气压变化总是小于对照表所界定的标准气压变化。假设你在夏季的白昼从海拔2400米的猛犸湖(Mammoth Lakes)出发，准备攀爬旁边的血山(Bloody Mountain)，此时的气温为21℃。出发前，你把高度计读数校准为2400米（如果不进行校准的话，高度计读数应该在2620米左右）。由于气温比对照表所界定的平均气温高出22℃，你的高度计敏感程度远远低于理论值，所以当你爬升了300米的海拔时，高度计读数只会增加275米左右——也就是比实际海拔低25米。你爬升的海拔越多，高度计的误差也就越大。又假设你在相同的气温条件下，在已知海拔为4200米的地方

校准高度计，然后朝海拔3000米的地方下撤，那么当你的高度计读数显示3000米时，你的实际海拔已经降到了2900米，也就是产生了100米的测量误差。在实际的高山环境中，一天之内的气温变化经常能达到±10℃以上，这就更增加了测量结果的混乱程度。

有些高度计会把气温对仪器敏感程度的影响计入换算公式之内，但这就要求感应芯片的温度能够准确反映外部气温，所以要想得到准确的测量结果，你必须让高度计处于自由流动的空气之中，而不是戴在手腕上或者揣在怀里。绝大多数高度计连这样的换算功能都没有，你只能大概猜测气温对高度计敏感程度造成的影响。如果天气很暖和，那么高度计的敏感程度可能会下降5%～10%；如果天气寒冷彻骨，那么高度计的敏感程度可能会高于理论值。无论如何，气温对高度计读数的影响都是不可忽略的。

风力误差

风力会直接影响气压，从而影响气压高度计的读数。经过山峰表面的风速越高，气压下降得越厉害，这是伯努利效应的作用，与飞机飞行的原理相同。气团在山区移动时，各部位的速度是不均匀的，鞍部、顶峰和山脊部位的风速最高，气压的下降也就越明显。大风可能会导致高度计读数产生数米至数十米的偏差。当你在狂风大作的鞍部或是山顶上用气压高度计测量海拔高度时，请务必记住这一点。

随时校准

影响气压高度计读数的因素还有很多，以上列出的只是最主要的因素。减少误差的最好方法，就是每到一个海拔已知的位置，都对高度计进行重新校准。例如，如果你想在攀登血山的过程中将高度计误差限制在10米以内，那你每上升100米左右就应该参照地图重新校准高度计。然而，如果你随时都能通过地图得知自己的确切海拔高度，那高度计又有什么用呢？

用指北针替代高度计

作为一种导航工具，高度计永远无法替代地图和指北针的作用。如果你能够在地图上辨认出周围的地标，确定它们的海拔高度和大概距离，那就可以利用指北针的坡度计功能，通过三角函数计算出你所在位置与目标地标的高差。使用坡度计功能时，把指北针水平侧向放置，基座边缘对准目标地标，然后透过反光镜读取坡度数据。不要忘了，当目标地标位于1英里（1.61公里）之外时，1°的坡度变化意味着92英尺（28米）的高差。例如，如果你能够从地图上辨认出一座距离你2英里（3.22公里）的山峰，并且用坡度计测得峰顶与你所在位置之间的坡度为2°，那么你所处的海拔高度就比峰顶低370英尺（113米）左右。这种测量方法的准确度与高度计相差不大，并且误差来源是已知的、可以预期的。

如果你需要通过测量气压来进行简单的天气预报，那就应该选购带有风速、气温和相对湿度测量功能的专用便携式气压计，这样的气压计通常也具备海拔换算功能，其性价比远远高于电子手表内置的简易气压高度计。我自己平时使用的气压计就集成了指北针、温度计、高度计和闹钟等功能，内置数据储存、数据分析和天气预报公式，并且不比一块普通的登山手表更重。

数字地图

过去的登山者进行野外导航时，通常会把地图折成小块，只露出目标区域的部分。如果路线很长，登山者可能需要携带很多张地图，有时甚至需要把不同的地图剪开，然后再粘贴在一起。今天，很多登山者开始使用数字化地图和相关的分析软件，或是下载和打印他们所

需要的区域地图。这样做尽管十分方便，但却带来了新的问题。首先，USGS 标准等高地形图的图例部分包含了大量的有用信息——所以我个人强烈反对剪掉地图边缘的做法。当地图经过分析软件处理时，这些信息就会丢失掉。其次，当你把鼠标移动到软件显示的地图上时，可能会发现显示出的海拔数据与地图所标明的数据并不一致，这是因为地图分析软件的海拔数据来自独立的网络数据库，该数据库的内容并不是总能与 USGS 地形数据相吻合。此外，下载和打印地图时，由于打印机默认设置的缘故，打印出的地图比例经常会与实际的比例尺不一致，导致地图信息失实。所以，如果你需要打印数字地图，务必采用 1 ：24000 的标准比例尺，并且检查地图软件和打印机的相关设置。

使用纸版地图的登山者，经常需要在地图上绘制与经纬线平行的辅助线。今天的许多地图软件都支持辅助线功能，你可以选择打印经纬辅助线，或者 UTM 网格线。注意，UTM 网格线与经纬线通常并不是完全平行的（详见下文）。

地图软件的功能还不止于此。你可以在电脑屏幕上用鼠标绘出预定路线，然后用软件对路线长度和坡度进行分析。在过去，这样的分析并不是一件容易的事，登山者经常需要用细线模拟路线的曲折情况，然后再把细线拉直测量长度，至于各路段的坡度就只能靠大量的测量和估计了。有了数字地图，你可以轻而易举地将目标区域在屏幕上放大，然后再勾勒出路线细节，误差几乎可以忽略不计。绝大多数软件不仅能计算路线的水平距离，还能自动计算各路段的坡度和实际路程长度，测量路线上各点的海拔高度，分析某个特定地标能从路线的哪些部分看到等。你也可以在数字地图上标定航点，然后再把航点数据转移到 GPS 接收机上去，或是反过来，把 GPS 记录的航点与航迹数据复制到电脑上，然后再用地图软件加以分析。

用喷墨打印机打印出来的彩色地图，只要稍微沾水就会褪色，所以你必须对这样的地图进行防水处理——在正反两面都贴上胶带，或是购买专用的地图袋。

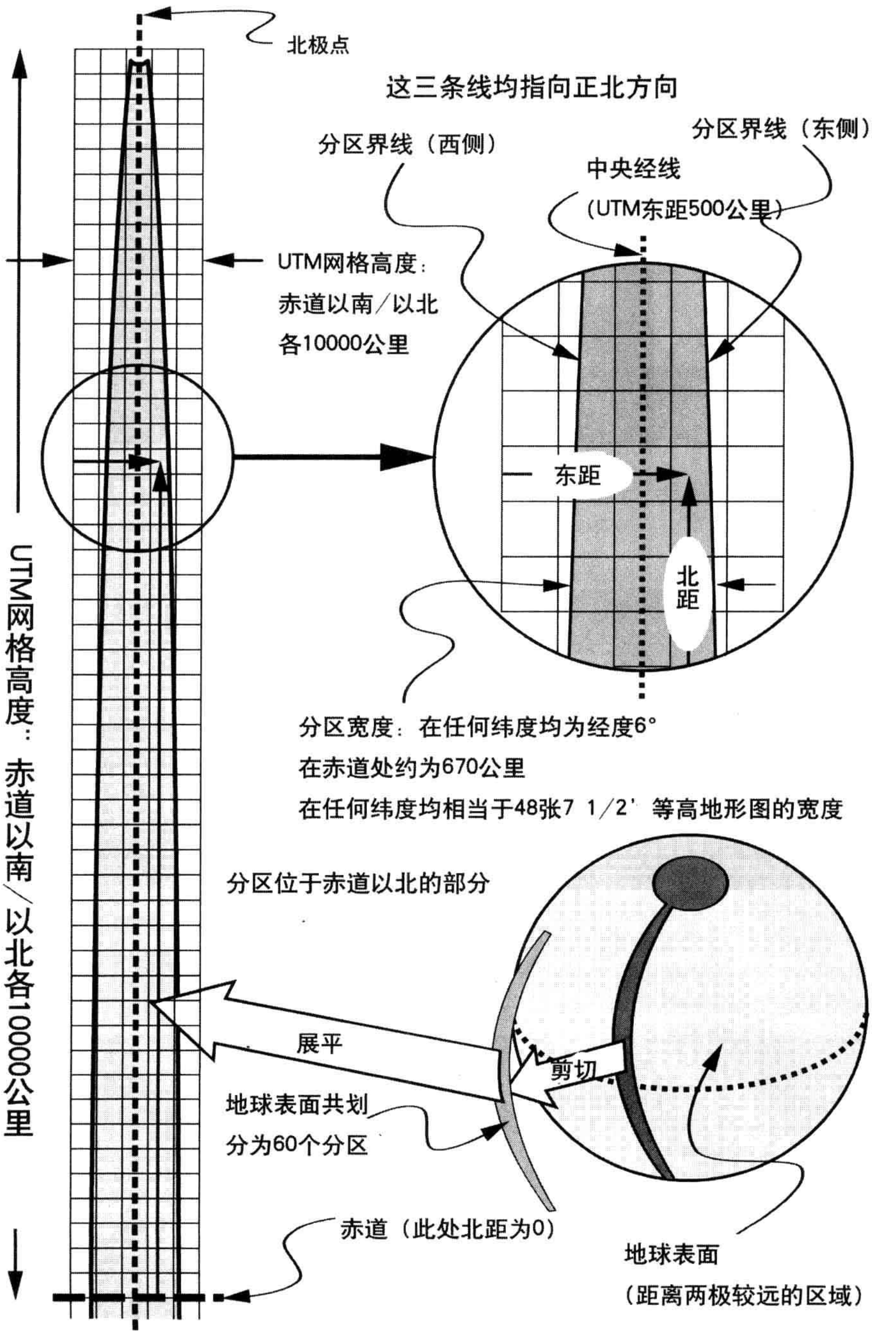
GPS与UTM

GPS 是全球卫星定位系统（Global Positioning System）的简称，这一系统由三部分组成：环绕地球运转的 24 颗工作卫星，分散在各地的地面控制站，以及导航者所使用的接收装置——例如你手上的 GPS 接收机。通过实时接收卫星信号，GPS 接收机可以提供准确的日期和时间，较为准确的经纬度信息，以及相对不那么准确的海拔高度信息。类似的导航系统还有俄罗斯的 GLONASS 系统、中国的北斗系统、欧洲正在筹建的伽利略计划等。目前的 GPS 手持接收机最多可以同时接收来自 12 颗卫星的信号，95% 以上时间的定位精度在 ±15 米之内。大部分 GPS 接收机都带有各种各样的额外功能，诸如电子指北针、气压高度计等。手持接收机通常使用普通电池，电池使用寿命从十几小时到几十小时不等。

基准选择

要想让 GPS 提供有用的数据，你必须首先选择与你所使用的地图相对应的数据基准（Datum）（必须明确的是，GPS 同指北针一样，只能作为等高地形图的辅助）。所谓“基准”，是指覆盖地球表面的坐标系统，因为地球并不是一个完美的椭球体，所以基准坐标系统通常涉及较为复杂的数学模型。GPS 通常具有数十至数百种内置基准可供选择。最常用的基准是 NAD83（1983 年北美基准）和 WGS84（1984 年世界地理基准），这两者其实是相同的。USGS 标准等高地形图采用更老一些的 NAD27 基准，有时也会采用 NGV29 基

准来确定纵向坐标——只要忽略这一点就可以了。加拿大制造的地图通常使用 NAD83 或者 NAD27 基准。具体某一张地图采用何种基准，地图边缘的图例部分通常会有说明。GPS 和 UTM 系统都采用公制单位，而不是美国通用的英制单位。



坐标格式

确定了合适的基准坐标系之后，你还需要设置 GPS 表达坐标的格式。一般的接收机都采用纬度 - 经度的表达格式，你可以在度 - 分 - 秒（hddd mm ss.s）、度 - 分 - 分（hddd mm.mmm）、度 - 度 - 度（hddd.ddddd）这几种表达格式之间选择。当然，你也可以选择使用 UTM 格式来替代纬度 - 经度格式。

UTM

UTM 是通用横轴墨卡托投影（Universal Transverse Mercator）的简称。所谓“投影”，就是指用二维平面地图来表现三维地球表面的方式。常见的投影方式有很多，无论是哪一种方式，都不免对地表形状有所扭曲。“墨卡托投影”是 16 世纪地理学家墨卡托所发明的投影方式，他将地表坐标系投影到一个与地轴平行、底面周长与赤道相同的圆柱形内表面上。在这样的投影地图上，格陵兰的直观面积比南美洲还要大，尽管前者其实只有后者的 1/4。尽管如此，这种地图还是受到水手们的欢迎，因为地图上的经纬线无论在什么地方都彼此垂直。前文中的“世界各地磁偏角示意图”采用的就是 UTM 格式的地图。

即使你不用 GPS，也有必要对 UTM 系统有所了解，因为越来越多的登山报告和向导手册都开始采用 UTM 坐标。在 UTM 格式的地图上，路线的标定和测量是一件极为方便的事情，而且只要你知道两点的 UTM 坐标，就很容易通过勾股定理推导出这两点的距离。如果你使用纬度 - 经度坐标格式的话，要推导距离就没有那么容易了。

投影带

要想直观理解 UTM 的投影方式，可以把地球想象成一个橘子。拿起水果刀，把橘子沿纵轴方向切成 60 片宽度相等的半月形薄片。从国际日期变更线开始，从西到东，把这 60 片薄片分别编号为 1 ~ 60。切掉橘子的上部和下部，因为这两个部位相当于地球的两极，需要使用另一种投影系统。现在剥开每片薄片上的橘子皮，在桌面上摊平，这样会导致纬线（在 UTM 系统中称为“平行圈”）略微延长，不过不要紧。这样一片橘子皮就相当于 UTM 系统中的一个投影带（Zone），其宽度在赤道处为 674 公里，两端为 100 公里。用 1000 公里宽、20000 公里高的间隔 1 公里的长方形网格覆盖这个投影带，这样，投影带上的每一点都可以用网格上的横纵坐标（*x, y*）来描述。其中，横坐标 x 称为“东距”（Easting），数值是从网格左侧算起，而不是从投影带左侧算起。这样算来，投影带的南北中线就具有 500 公里的东距，整个分区的东距范围在 160 公里至 840 公里之间。纵坐标 y 在北半球称为“北距”（Northing），在南半球称为“南距”（Southing）。北距的数值在赤道处为 0，越往北数值越大；南距的数值在赤道处为 10000 公里，越往南数值越小。无论是投影带上的哪一点，其横纵坐标（*x, y*）必然是一组非负的公里数。

分区

确定了地球表面某一点的投影带编号和南北半球属性之后，这一点就拥有了独一无二的（*x, y*）坐标。为了消除南北半球属性带来的麻烦，每个投影带又进一步从南到北划分为 20 个分区，除最北端的分区之外，每个分区的纬度跨度均为 8°。分区编号采用大写英文字母，从最南端的 C 开始，到最北端的 X 结束，中间略去了 I 和 O，以免在书写中与数字的 1 和 0 混淆。这样，只要确定了投影带编号

(1 ~ 60)、分区编号（C ~ X）、东距（*x*）和北距 / 南距（*y*）这四个数据的值，就可以确定某一点在地球表面上的位置。UTM 坐标系不仅用于 USGS 标准等高地形图，也在许多其他领域有所应用。当然，你用不着记住所有这些东西，只要理解了 UTM 系统的基本原理和 UTM 坐标的含义就够了。

UTM坐标的简写形式

让我们首先来看一看，UTM 坐标的完整书写形式是什么样子。以地处北纬 36° 34'45''、西经 118° 17'33'' 的惠特尼峰（Mt.Whitney）为例。惠特尼峰在 UTM 坐标系统中位于 11 投影带，S 分区；按照 NAD83 基准，其东距为 384.356 公里，北距为 4048.961 公里；按照 NAD27 基准，其东距为 384.436 公里，北距为 4048.764 公里。（如果弄错了基准，就会导致顶峰坐标偏离实际位置 180 米，这可不是什么好玩的事情。）

按照 NAD83 基准，惠特尼峰的 UTM 坐标完整表示形式如下：

11S 384356 mE 4048961 mN

其中的“m”就是“米”（1 公里 =1000 米）。注意，UTM 坐标的书写永远是东距在前，北距 / 南距在后。有些 GPS 会略去分区编号，让你自己设置南 / 北半球位置，这样，惠特尼峰的坐标就可以表示为：

11 384356 4048961

如果 GPS 的测量精度只有 10 米，就有可能略去最后一位数字。如果测量精度只有 100 米，就有可能略去后两位数字。

在这一坐标数值中，东距与北距公里数值的整数位具有特殊的意义，因为在 USGS 标准等高地形图上，只有代表整数公里数的 UTM 网格线才会被标出。又因为每张 7 1/2’等高地形图的边长只有几公里至十几公里，所以坐标公里数值的百位与千位并不会造成混淆，最为重要的乃是个位与十位：

11S 384 436 mE 4048 764 mN

也就是说，标示惠特尼峰周边区域的等高地形图上，表示“东距 384 公里”和“北距 4048 公里”的 UTM 网格线，一定会在峰顶附近相交。这两条网格线分别会在地图的上下边缘和左右边缘被标为：

384

4048

其中，个位与十位数字以正常字体显示，百位与千位数字则稍微小一些，因为在该地图的范围之内并不会造成误解。如果这两条网格线恰好是地图边线，那么地图的右下角和左上角会对它们做出更详细的标示：

384000 mE

4048000 mN

进一步简写

以上的坐标还可以进行进一步的简写：省略投影带编号与分区编号，将东距与北距数值合并，并且略去超出测量仪器精度的末位数字。例如，如果你的测量仪器只能精确到 100 米，那么 11S 384 436 mE 4048 764 mN 这组坐标就可以简写为 844488（注意北距末位进行了四舍五入）。这已经是最大限度的简写了，如果你没有目标区域的地图，或是无法指明目标区域所处的投影带和分区编号，这样的简写形式就完全没有意义。我个人并不提倡进行这样的简写，毕竟多记录几位数字和字母，总比到头来把自己弄糊涂要好。

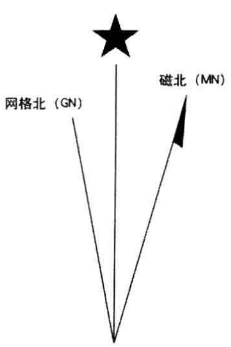
利用UTM坐标在地图上定位

UTM 坐标系相对于纬度 - 经度坐标系的优势就在于，利用 UTM 坐标在地图上定位更为方便，特别是那些自带 UTM 网格线的等高地形图。例如，惠特尼峰的坐标为 11S 384436 mE 4048764 mN，这就意味着峰顶位置处在 384 网格线与 385 网格线之间约 2/5 左右处、4048 网格线与 4049 网格线之间约 3/4 左右处。

只要在地图上找出对应的网格线位置，就可以立即找到峰顶。你也可以使用透明的网格标尺来进行更加方便的定位，我在本书附录部分就包括了这样的网格标尺，你只要把它复印在透明塑料薄膜上，就可以直接用于地图定位。

网格北

UTM 纵向网格线的指向称为“网格北”(Grid North)，通常情况下，网格北的方向与真北方向并不相同，这是由 UTM 投影的机制所决定的。不妨考虑一下上文中提到的橘子皮模型。在每一块橘子皮（亦即投影带）上，所有的经线均在南北两极会合。当我们将橘子皮摊平，并用 UTM 网格对它进行覆盖时，位于赤道以北、橘皮西侧的经线会朝右（东）倾斜，而橘皮东侧的经线则会朝左（西）倾斜。另一方面，所有的 UTM 纵向网格线均指向正上方，因此，只有位于橘皮中央（横坐标为 500000 mE）的经线才能与网格线平行，其他部位的经线则会与网格线形成一定的夹角。经线的指向即为真北方向，所以这一夹角即为网格北与真北之间的夹角，亦即网格北偏角。横坐标越是偏离 500000 mE，网格北偏角就越大。近年来出版的 USGS 地图，都会在图例部分标明真北（标记为 TN 或★）、磁北（标记为 MN）和网格北（标记为 GN）方向。网格北偏角最大可达若干度。



等高地形图
图例部分标明的磁偏角与网格北偏角

结论是什么

现在你已经意识到，GPS 接收机其实是一种原理十分复杂的仪器。你很可能会问：“但是那又有什么用呢？”这个问题的答案取决于回答问题的人。要是你问我的话，我会告诉你，如果你是一名登山者的话，不妨把购买 GPS 的预算花在别的装备上。尽管 GPS 原理复杂，功能繁多，但它最主要的功能只不过是测量自身位置。换句话说，GPS 是一种定位仪器，而不是像指北针那样的定向仪器。如果路线攻略上写着“从顶峰下撤的唯一可行路线位于东偏北 58° 的山脊上”，那你肯定会选择使用指北针来寻找这条山脊，而不是 GPS。尽管 GPS 可以在位置测量中达到很高的精度，但在绝大多数情况下，你并不需要如此之高的测量精度，而且即使你拥有一台 GPS，也仍然需要等高地形图和读图技能的配合。某个具体位置的精确坐标，并不能帮助你确定通往该位置的最佳路线，甚至不能反映该位置到你所在位置的距离。

当然，在某些情况下，GPS 的确有它的用处。当你需要寻找装备物资的存放地点时，或是当你需要在能见度很差的条件下（夜间、密林中央）进行定位时，GPS 就可以发挥作用。选购 GPS 接收机时，应该尽量选择使用 5 号充电电池，更换电池比较方便，并且具有背光和防水功能的型号。至少随身准备一套备用电池（绝大多数接收机都装有内置纽扣电池，不会因为更换电池而丢失内存数据）。不要追求大面积的彩色液晶显示屏，而要选择重量尽可能轻的机型。记住，GPS 只能作为导航的辅助，你仍旧需要熟练掌握读图和指北针使用的技巧，并且养成随时关注周围地形的习惯。

估测行进时间

估计某一段路程行进时间的最好参考，乃是你自己或者别人的经验。然而，如果你要走的是一条没有任何攻略的新路线，那就需要用其他手段估测行进时间。对于复杂性不高的路线，可以使用奈史密斯公式（Naismith Rules）进行估算。估算的要领在于把握你自己在各种不同地形上的行进速度，以及海拔爬升对速度的影响。

在路况良好的平缓小路上前行时，体能相对较好、负重适中的徒步者，通常能维持每小时 3 ~ 5 公里的行进速度，这一速度相当于每小时约 600 千卡的能量消耗。体能优秀、意志坚决的登山者，则可以维持每小时 5 公里以上的行进速度。地形越破碎，路况越糟糕，行进速度就越慢。在乱石堆中间穿行时，你通常只能维持每小时 1.5 公里左右的速度，而在完全没有路的破碎地形上，你可能每小时连 1 公里都前进不了。除此之外，每 300 米的海拔爬升，大约会多消耗 1 个小时的时间，如果你的负重较大，消耗的时间就会更多。你还需要考虑途中休息的时间，队伍的行进效率（队伍每增加 1 人，行进时间至少会增加 1%），以及其他可能导致耽搁的因素。在海拔 3000 米以上的高原地区，你的行进速度会更慢，具体取决于你的高海拔适应性。

奈史密斯公式主要用于估算沿小路徒步的行进速度。如果你在平路上的行进速度约为每小时 4 公里，在崎岖地形上的行进速度约为每小时 1 公里，海拔爬升速度约为每小时 300 米，那么奈史密斯公式就可以表述为：

$$T=R/4+C+H/300$$

其中 T 代表时间，R 代表徒步路线中平路部分的距离（公里），C 代表崎岖地形部分的距离（公里），H 代表总体海拔爬升（米）。这只是非常粗略的估算。对于海拔有所下降的徒步路线，H 的值可以省略（而不是取负值）。如果你对自己的行进速度能够做出比较准确的估计，就可以对上述公式做出调整，从而取得更为准确的估算结果。

能量消耗

你也可以通过徒步过程的能量消耗来估算行进时间。我在本书第 19 章“营养”中指出，登山者通常可以维持每小时 600 ~ 800 千卡的能量输出，如果攀登强度较大，能量消耗就有可能更大。如果你能估计出徒步路线所需要的能量消耗，就可以由此估算出大概的行进时间。对于中等负重的一般登山者而言，平路徒步 1 公里需要消耗能量约 60 千卡，崎岖地形徒步 1 公里需要消耗能量约 120 千卡，爬升 100 米海拔则需要消耗能量约 130 千卡。除此之外，每小时的基本新陈代谢还会消耗 65 千卡的能量。计算出整条路线的能量消耗总值，然后再除以你所能承担的能量输出功率，就可以得出大概行进时间。

太阳高度角

你可以从网上下载太阳高度角计算软件，用来计算目的地在任何一天、任何时刻的太阳高度角。如果你肯花足够的工夫在地图上测量方位与坡度，就可以利用太阳高度角数据和地图信息，计算出某个特定位置目测到的日出和日落时间。太阳在天空中运行的角速度为每小时 15°，所以你只要知道了目的地的日出时间，以及挡在营地与日出方向之间的山坡坡度，就可以算出第一缕阳光照在你帐篷上的具体时间。

迷路

当你无法确认自己的位置时，就算是迷路了。你有可能是沿着一条不熟悉的小径一路向前，却发现小径渐渐隐没在乱石堆中间，也有可能是忽然注意到周围的地形和你所期待的相

去甚远，从而意识到自己迷了路。在这种情况下，你的第一反应一般是掏出地图和指北针，寻找从所在位置到达目的地的路线。如果找不到，你就只能原路返回，直到回到你能确认自己位置的地方为止——哪怕这就意味着回到出发点。绝不要胡乱向前，试图凭运气回到正确的路线上，因为这样只能是浪费时间和体力。登山过程中，你可能会遇到很多彼此相似的地形，如果无法判断究竟哪里才是正确的路线，就很容易迷路。你爬升的河谷究竟是不是地图上的那一条？你下撤的山脊究竟跟照片上的有没有区别？你的前进方向究竟是否与目的地方向一致？如果你对这些问题心存怀疑，那就不要犹豫，赶快掏出地图对证。如果你发现自己不在正确的路线上，而又无法找出回到路线上的方法，那么恭喜你，你迷路了。

避免迷路的方法听起来很简单，做起来却并不容易：永远保持在正确的路线上。换句话说，你必须随时让行进路线与预定路线保持一致。出发前，你就应该仔细研究地图，把路线每一部分的地形特征记在脑子里，选择合适的定位地标、攻击点和折返点，并且制订迷路时的应急方案。如果你跟别人一起攀登，一定要确保队伍中的每个人都熟悉路线情况。出发前，一定要把你的行动计划和预定路线告诉亲朋好友，这样如果你迟迟未归，亲友们就可以及时组织搜救。

行进过程中，要随时留意周围的地形特征，以确保路线与计划相符。鼓励你的队友们讨论路线情况，如果任何人对路线的正确性有所怀疑，那就确认一下你们的位置。每前进一段距离就转过身来，观察返程路线的特征。如果你还是担心找不到返回的路，可以用荧光棒或者白胶带做路标，不过返回时一定要记得清除。手纸也可以用作路标，但是一旦下雨就会被破坏。如果队伍里的所有人都保持警惕，你们迷路的可能性就微乎其微——除非发生意外情况，例如天气的突然变化，或是遇上了地图上显示不出来的障碍物，比如茂密的丛林。一旦遇上意料不到的情况，首先应该全力保证队伍的安全，而不是死抱着预定路线和时间计划不放。例如，如果预定路线上方存在雪崩或者落石危险，那就必须更换路线。如果天色已晚，而你对自己的位置又并不是很确定，那就应该就地扎营，明天一早再继续寻找路线。

一个人在野外行进时，你必须弄清楚自己究竟是已经走错了路，还是仍然处在正确的路线上、只不过暂时无法确定自己的位置。如果你确定自己已经走错了路，就要考虑是否有人会来搜救。在黑暗中强行前进，离开预计的活动范围，贸然穿越河流和其他障碍物，或是被障碍物困住——在可能有人来搜救时，这些都是最不可取的做法。搜救队伍所寻找的往往并不是你这个人，而是你所留下的线索，所以要故意制造尽可能多的线索，例如脚印、路标、记号、小纸条等。现有的关于迷路问题的教科书，绝大部分是为丛林中的徒步者编写的；登山者如果在高山上迷路，往往无法采用这些教科书所介绍的求援方法。例如，山上没有柴火，所以你不可能靠火堆形成的烟柱标示自己的位置；就算你有条件点起一堆火，附近也很可能没有人会看到。就在我写下这几行字的同时，附近的消防员们正在全力抗击一场面积近千平方公里的森林大火，而这场火灾的起源就是一个迷路的猎人点起的篝火。所以，你必须努力不让自己迷路，而不是迷了路再去想办法求援。

失散

如果你是刚刚接触登山运动的新手，或许会觉得在光天化日之下，一支小队伍里的某个登山者同队友们失散，实在是一件不可思议的事情。事实上，这样的事情经常会发生。如果登山队伍的所有成员都熟悉路线情况，迷路和失散的可能性就不会很大。队伍行进时，队员之间的间隔尽量不要太远，以防万一有人迷

路。即使队伍不得不分散前进，也要每隔一段时间进行集中。即使这样，仍然有可能会有人跟队伍失散。如果那个人是你，首先要做的事情就是停止前进，哪怕你已经落在了其他人后面。掏出地图和指北针，如果你能够确定自己的位置，那就继续向前去追赶其他人，但要不时查询地图，以防走错路线。如果你手边没有地图，或是无法确认自己的位置，那就待在原地不要动，或者移动一小段距离，走到附近最显眼、最容易被别人发现的地方。在高山环境中，即使是一个穿着鲜艳衣物的人，也很容易消失在乱石和冰雪的背景中。

如果迷路的是你的队友，那你首先应该考虑之前制订的应急方案（你们出发前肯定制订了万一有人迷路时的应急方案，不是吗？）。首先要做的事情是集体高喊迷路者的名字，然后静静聆听回音。在山上，喊声很难及远，但是声音嘹亮的救生哨往往能发挥意想不到的作用。如果天色已晚，绝大多数队伍会选择暂时停止搜寻，就地扎营。第二天早晨，不要天刚亮就开始搜寻，而是等上两三个小时再出发，这样可以让迷路的人有足够的时间调整心态，确认自己的位置，或是移动到更显眼的地方。

与自然交流

我小时候，祖父经常会带我到树林里去，教我一些简单的野外常识。他会把地上的动物脚印指给我看，那些脚印我根本分辨不清楚，他却能通过脚印判断动物的性别、移动的速度、留下脚印时所做的事情。我对这些知识很感兴趣，所以一有机会就缠着祖父，要他教我更多的东西。有一次我问祖父，为什么他可以在茂密的树林里快步行走，尽管没有地图和指北针，却永远不会迷路。作为回答，他给我讲了一个故事。他说，几千年来，先人们（我家祖上是土生土长的美洲印第安人）一直在这片土地上游荡，他们攀登过每一座山峰，探索过每一条河流（我父亲打趣说，他们还“翻弄过每一块石头，掀开过每一丛灌木，好看看里面究竟有什么”）。祖父又说，先人们的灵魂至今仍然萦绕在大自然中，为我们这些子孙后代提供指引，所以我们永远都不会迷路。他说，只要我学会聆听先人们的声音，他们就可以指点我们。可以想象，我当时的心情是多么激动。我央求他马上教会我如何聆听先人们的声音。祖父说，这样的事情只可意会，不可言传——对于我的许多问题，他都是这样回答的。自那时起，一直到今天，每当我身处野外的时候，就会努力聆听先人们的声音。我这辈子从来没有迷过一次路。

当然，你或许会觉得，我祖父的故事只不过是老一辈人的迷信而已。其实，这看似简简单单的故事包含了很多哲理：用心观察周围的事物；随时确认自己的位置；随遇而安，不要心慌意乱；平静下来，做出理智的决定；制订合理的计划，并且努力实施。我也曾把这个故事讲给我的女儿听。今天，我的祖父已经作古，成为先人中的一员，我所能告诉你的，就是他所留下的这个故事。相信他的话，或许你有一天也能听见先人们的声音。



5 山区危险

“任何山难都必然有其人为因素。”

说这句话的，乃是全世界最著名的登山者——莱茵霍尔德·梅斯纳尔（Reinhold Messner）；他这句话中不免带有几分“人定胜天”的意味。在我看来，山区危险可以分为客观危险与主观危险，前者来自山区特殊的自然环境，后者才能归于人为因素的范畴。例如，落石是一种客观危险，而无法在攀登过程中有效躲避落石，则是一种主观危险。客观危险是不以人的意志为转移的，但是如果你能做出合理的决策，就可以最大限度消除主观危险的影响。对于那些因客观危险而遭遇不幸的登山者，人们的评价通常不是“他们太倒霉了”，就是“他们的判断力不够”。运气与判断力都是很难把握的东西，然而，决策的合理性却可以通过主观努力得到提高。要想做出合理的决策，必须首先对客观事实有充分的理解，所以，让我们首先来分析一下山区存在的各种客观危险。

落石和落冰

地球上的山峰随时都处于形成和崩解的循环之中，构成山体的岩石崩解为碎石，碎石再崩解为沙砾。坡度越陡，天气变化越剧烈，岩石崩解的速度就越快。不同类型的岩石，崩解速度有所差别，但是总体上说，山峰纬度越高，崩解速度就越快。位于北半球的山峰，北侧的岩石崩解速度一般比南侧要快。季节性的天气变化会加速岩石表面的崩解过程，所以最安全的攀登季节一般是夏季和冬季。在冬季，积雪的黏结作用会降低落石的严重程度，冰雪状况也最为稳定。春季来临时，由于冰雪的融化，落石的程度会大大加剧。在夏季，所有的季节性冰雪都已经融化，松动的碎石也已经基本脱落，所以落石和落冰的情况又有所缓解。而到了秋季，天气的变化又会导致岩石的新一轮崩解，形成新的不稳定碎石层。昼夜温差所导致的热胀冷缩也会加剧落石的程度。全球变

暖的大趋势，会导致永久积雪和冰川的退化，从而形成新的落石区。严重的干旱也会导致同样的结果。

要想追求攀登安全，就必须尽可能减少在落石和落冰区域中的暴露时间。这就意味着合理选择路线，尽可能规避落石与落冰危险。这就是早起出发的意义所在，因为夜间和清晨是落石最少的时间段，直到日出导致气温升高之后，落石情况才会开始严重起来。尽量沿山脊行进，不要走沟槽底部，因为沟底通常是落石的飞行路线。

当你不得不穿越落石区时，如果能注意以下几点，就可以降低危险发生的概率。首先，一定要佩戴足够结实的头盔。在落石区行进时，必须时刻注意上方的落石情况，并留心寻找可能的掩蔽地点。需要在沟槽内部爬升时，要么尽可能快速通过，要么采取之字形上升，尽可能减少暴露在落石飞行路线上的时间。登山队伍穿越落石区时，最好每次仅有一人快速通过，其他人待在有掩蔽的地方。如果队伍人数较多，这样会耗费相当长的时间，这也是尽量避免大队伍攀登的原因之一。如果你看到路线上方发生落石，或是听到落石飞行的飕飕声，立即高喊“落石！”提醒队伍中的其他人注意，同时缩进掩蔽处，将头盔对准落石袭来的方向，用背包保护背部和后颈。如果你正在打保护，将保护手缩在背后或者头盔底下，以免被落石砸伤。不要指望你能躲闪快速飞行的落石，除非落石发生在很近的地方，例如你的搭档不小心踩下来的石块。不要抬头观望，否则脸很容易被落石击中。与别人一起攀登时，要么尽量保持密集队形，要么避免在其他登山者的正下方停留。速度较快的落石可能会击中你旁边的岩石，然后再反弹出来，反弹的方向通常是难以预料的。在技术难度较高的岩石地形上，在使用任何手点发力之前，都要先用手掌拍击几下，测试其稳固性。尽量保持发力方向竖直向下，不要用力朝外拉。不要碰落路线上的松石，并且提醒你的搭档也注意这一点，以免砸到其他的人。绳索操作很容易引发落石，在下降和抽绳时要特别注意。打保护时，尽量把绳子收在背包里，或者使用专门的绳包，以防落石将绳子砸断。

绝对不要轻视落石的危险。落石是导致高山事故的第二大原因，仅次于坠落。大多数登山者都有过被落石击中的经历。很多时候，落石只会给你增加几块淤青，但是骨折和更严重的情况也并不罕见。我曾亲眼见过身旁的登山者被落石击中丧生，那的确是一幅非常恐怖的景象。

降雨

雨水会打湿衣物和装备，让岩石表面变得湿滑难踩。在温度略低于0℃时，雨水有时会在岩石表面结成雨凇（一层光滑的薄冰），大大增加行进的难度。降雨还会导致落石和落冰的加剧，所以在雨中攀登是一件很危险的事情，但是在雨后，落石情况一般会有所缓解。雨水不仅会导致粘结碎石的冰雪融化，还能汇聚成较大的水流，导致更大规模的落石。即使降雨量很小，也会导致碎石坡的休止角（碎石所能堆积成的最大稳定角度，详情参见上一章）减小，从而使原本稳定的碎石坡变成危险的落石区。

在有积雪的地方，降雨会增加雪崩发生的概率，具体取决于山区气候类型、雪况、积雪层的结构，以及其他一些因素。雨水会对积雪的稳定性造成持久的负面影响，最长可持续几个月。在较陡的雪坡上，雨水可能会渗到雪层底部，在雪层与岩石之间流动，大大降低雪层在岩石表面的附着力。冰川上的降雨会导致雪桥的强度下降，增加登山者落入冰裂缝的风险，但却不会让暗裂缝变得更容易辨认。当岩石和绳索被雨水打湿时，抽绳时需要克服的摩擦力会增加一倍以上，使得绳子更容易卡

住——而且谁都不愿意冒雨去处理卡在石缝间的绳索。如果衣物被雨水打湿，你的体温就会迅速流失，即使气温在零度以上，也很容易引发失温。此外，以岩石结构为主的山峰，缺少储存水分的能力，所以在降雨时，沟槽底部很容易形成暂时性的溪流和瀑布，增加攀登和下撤的难度。即使是为期非常短暂的雷阵雨，也有可能导致山洪突然暴发，使得溪流的水位大幅度上升，从而切断你的退路。你可以把雨天当成取消攀登计划、泡在酒吧里享受生活的借口，也可以利用这段时间，在附近的岩壁上练习器械攀登和干式攀登——反正那里也不会有别的攀岩者。

过河

如果进山路线需要过河，那你最好在天色尚早，水位不高的时候通过——这是早起出发的另一个理由。对于某些攀登路线来说，最大的危险就是接近途中需要穿过的河流。冰川融水形成的小溪与河流，在下午时分水势最大，而在清晨则可能完全没有水流（所以你最好在前一天晚上储存足够的饮用水）。清晨是过河的最佳时机，一旦等到水势变大，即使是原本可以轻松迈过的小溪，也有可能变得根本无法通过。如果是这样，你就只能在河边扎营，等到第二天再早起过河——这样的经历绝对可以成为一次深刻的教训。

徒手涉渡冰冷湍急的河流，是一件具有危险性的事情。如果河水十分浑浊，看不清河底的情况，危险性就更大了。湍急的水流不仅会对你的腿部产生极大的作用力，还会导致河底的砂石变得十分容易松动，增加你不小心摔倒的可能。如果水流相对较缓，那就可以寻找河面较宽、水流最缓慢的地段，或者是河流分岔成许多支流的地段过河。如果地图上标有桥梁或是徒步渡口，那就可以选择这些方便的地点过河，用不着徒手涉渡。

与登山者所面临的其他挑战一样，在湍急的河水中涉渡，需要足够的技巧和训练。如果你拥有足够的技巧，即使是齐胯深的河水也可以涉渡，但是对大多数人来说，齐膝深的河水已经非常具有挑战性了。尽量选择斜向的渡河路线，不要横向穿越。下水之前就要做好万一摔倒的准备，不要选择下游有深潭、漩涡、陡峭的河岸、巨石和乱木的地方过河。通常情况下，你最好脱掉袜子，取出鞋垫，光脚穿着徒步鞋过河，但如果水足够清澈，你可以看出河底足够平缓，那也可以只穿着袜子过河。预先收紧背包系带，解开腰扣和胸扣，因为万一摔倒时，第一件事就是丢掉背包。过河时面朝上游方向，迈步时脚底尽可能贴着河底移动，将登山杖伸向上游方向作为支撑。（记得取下登山杖上的阻雪盘。）如果登山队伍要过河，可以每次一个人下水，其他人在河岸两旁提供保护，也可以集体通过以提高效率。集体过河时，一般由实力最强的人站在最上游，其他人依次排开，彼此牵着手扶持，或者每个人扶住上一个人的背包。采取这种方式过河时，最好能够统一指挥，同一时间只有一个人处于移动状态，而不是所有人一起迈步。绳索可以起到保护和辅助的作用，前提是河岸两侧有条件设置稳固的保护点。一定要在绳子下游一侧过河，这样即使你暂时失去平衡，也不会被绳子绊倒。如果你觉得自己在摔倒时肯定能及时丢掉背包，那就可以把背包扣在绳子上。当水流又急又深时，绳子可以提供相当大的助力。

一旦摔倒，马上丢掉背包，面朝下游方向，双脚向前伸出，以免身体其他部位撞到岩石或其他障碍物上。努力朝河岸边移动，但是不要轻易站起身来，除非你已经到达岸边，或是进入了水流足够平缓的区域。无论如何都要远离漩涡。注意你的队友们，他们可能正在设法用登山杖或是辅绳拉你出来。等你到达河岸，肯定已经浑身透湿，筋疲力尽；要是你足够幸运，河水把背包冲上了同一侧河岸的话，

那就马上换上干衣服，生火煮一些热汤来喝。

全身浸泡在冷水中，会导致体温迅速流失，使得肌肉的协调性大幅度降低。即使是最优秀的游泳者，在接近0℃的冰水中浸泡5分钟后，也会丧失基本的行动能力。突然将水吸入肺部的人，很可能会在几秒钟内失去意识，并且喉部有1/8的概率会发生痉挛，导致气道堵塞。一旦遇到这种情况，不要试图清除落水者肺内的水分，而要立即进行人工呼吸（心肺复苏术的一部分）。即使落水者看上去已经死去，也要给予基本生命维护，并按照严重失温的情况进行处理。大多数情况下，落水者获救几分钟后即可自行好转，但是由于肺部受到冷水刺激，可能会在不久之后患上肺水肿。任何将大量水分吸入肺部的人，或是由于落水而丧失意识的人，都必须尽快陪护下撤。

雷电

直到今天，关于雷电的具体机制，科学上仍然存在着一定的争论，而在登山者中间，关于雷电的传闻更多是以讹传讹。在这里，就让我们首先了解一下雷电的形成过程。

大气的对流抬升会导致积云的形成，这一作用在山区尤为明显。积云在形成过程中，会逐渐积累静电荷。在平原地区，带电云层距离地面非常远，但在山区则往往近得多。肉眼所能见到的闪电，离观察地点的距离一般不超过24公里；如果你能听见闪电之后的雷声，就说明你距离雷电发生地不会超过10～16公里。用闪电与雷声之间的时间差（秒）乘以0.34，即可得出你所在位置到雷电发生地的距离（公里），因为声音在空气中的传播速度约为0.34公里／秒。在山区，带电的积云一经形成，就会将附近区域笼罩在雷电威胁范围之内。

随着云团的体积和浓厚程度逐渐增长，积云会逐渐转化成积雨云，在这一过程中，云层所带的静电荷会持续积累。等到云层中的电荷积累到一定程度，就会朝云层下方的大气中释放出电弧，这样的电弧是脉冲式的，每一次放电都沿着上一次放电的通路向下行进，然后再延长十几米至几十米，就这样使得每一次的电弧阶梯式延长，逐渐接近下方的地面。这种阶梯式延长的脉冲电弧称为先导电弧（Step Leaders）。脉冲频率非常高，先导电弧在几毫秒内就会延伸到地面。

在云层积累电荷的同时，下方的地表也会积累极性相反的电荷，如果电压足够高，就会产生通往上方大气的电流，称为闪流（Streamers）。导电性越强、形状越尖（也就是表面曲率半径越小）的地面物体，越容易成为闪流的通路。一个例子是自然界中的针叶树，由于针叶很尖，所以非常容易导致闪流的形成，这就是针叶树易遭雷击的原因。需要注意的是，闪流的形成具有很强的随机性，地表任何一点都有可能成为闪流的起始点。身处带电云层下方时，登山者经常会有头皮发麻的感觉，有时背包带会竖立起来，金属装备会发出嗡嗡声，这都是地表电荷和闪流作用造成的。这种情况非常危险，因为如果来自上方云层的先导电弧同附近的地面闪流会合，就会在大气中形成电离通道，地面电荷通过这一通道形成回击电弧，就完成了闪电的第一次放电过程。先导电弧接近地表某一点时，会在附近区域激发出更强烈的闪流，处于该区域内的登山者，即使没有被雷电击中，也有可能直接被闪流击伤。闪电的本质就是强度极大的脉冲电流，尽管直径只有几个厘米，携带的能量和破坏性却非常大。

总之，雷电的形成过程，就是先导电弧与地面闪流交汇的过程。知道了这一点，再加上岩石和雪并不是电的良导体（无论表面是否潮湿）的事实，我们就可以得出几条结论。首先，在先导电弧的阶梯式延长阶段，雷电并没有明确的目标——无论是地面上的松树，高耸的山

峰，还是倒霉的登山者。雷电并不总是会击中山峰、山脊或者其他的制高点。如果顶峰的导电性并不是很好，产生闪流的概率较低，那么雷电就有可能击中海拔更低、导电性更好的地方——当然也有可能不会。坐在绳子、背包或是防潮垫上，并不能保护你免受雷电袭击。不要忘了，电流在击中你之前，已经在大气中穿越了几百米至几公里的距离，何况大气的绝缘性本来就比绳子、背包和防潮垫要好得多。

雷电击中地表时，大量的电荷流入地面，立即朝周围散开。巨大的脉冲电流足以在附近的导体内部激发出高强度的感应电流，这样的导体包括铁丝网和高压电线，也包括你的身体。第一次放电结束后，下一道电弧并不一定会严格遵循原先的通路，而是有可能击中原落点附近导电性更好的物体，这种现象称为侧击雷（Side Strikes）。除此之外，流入地面的电荷，也并不一定会均匀分散开来，而是有可能沿之字形的电离通路行进，就像先导电弧在大气中行进一般。在裸露的岩石地形上，这一现象最有可能发生。这就意味着即使是离雷击点有一定距离的地方，也有可能形成较强的地表电流，如果你足够倒霉的话，地表电流产生的跨步电压就足以对你造成伤害。在阿尔卑斯山区开凿隧道的工程师们早就发现，雷电足以引爆距离雷击点 1.6 公里的雷管。

那么，登山者应该怎样避免雷电危险呢？首先，预防是第一位的。你必须时刻注意天气情况，在雷暴形成之前及时下撤，而不是暴露在危险的地方。早起出发冲顶，然后及时下山，因为积云的形成多在下午。如果雷暴突至，立即放弃向上攀登，尽可能快速下撤。山是不可能被雷暴摧毁的，但如果你被雷电击中，就没法再回来攀登这座山了。

人们通常认为，高度较高、接地良好的导体（如避雷针）可以在周围形成一片锥形的“安全区域”，其底面半径大约等于导体本身高度的 2 倍。问题在于，雷电的具体路径很难预测，如果“安全区域”内还存在其他导体，就很有可能引发侧击雷。岩石的导电性并不好，所以如果高处的岩石遭到雷击，周围形成侧击雷的概率就非常高。我自己就曾被侧击雷击中过，幸好受伤并不严重。绝不要试图在洞穴里或是悬岩下方躲避雷击，这样只会让你成为侧击雷的最好靶子——相对周围的岩石和空气，人体可算是电的良导体。这也意味着在雷雨天，如果附近有一棵大树的话，最安全的做法就是待在离树大约 2 倍树干高度的地方：这样你既位于“安全区域”的边缘，又能最大限度避免被侧击雷击中，并且如果雷电命中树木的话，你也不容易被飞溅的木屑击伤。无线电信号塔一般可以起到较好的避雷针作用，因为塔架的接地情况很好，但是高压电线塔架则不然。登山过程中，任何地表构造都不可能成为你的天然避雷针，雷暴降临时，离高耸的岩石和其他突出物体越远越好。

我方才已经提到，雷暴降临时坐在绳子、背包或者防潮垫上，并不能起到任何保护作用。这些东西的绝缘性远远不够好，既无法避免被闪流击穿，更无法抵抗侧击雷。毕竟，岩石的绝缘性并不比背包和绳子差（花岗岩的主要成分是石英和长石，也就是硅和铝的氧化物，这两种物质都是很好的绝缘体），却也无法保护你不受电流的伤害。自我保护的最好方法，就是尽可能快速下撤，哪怕这意味着你必须丢弃一些保护装备。如果你感觉到头皮发麻，金属装备开始放出蓝色的电晕，或是开始嗡嗡作响，那就说明雷电的危险迫在眉睫。尽量放低姿势保持下撤，如果实在避无可避，那就蹲在低矮的岩石上，双手护住耳朵，保持双脚并拢，千万不要趴下或是躺下，尽可能避免跨步电压造成的伤害。维持这样的姿势，直到雷暴平息为止。这样做并不能消除雷电的威胁，但是可以减少你被侧击雷击中的风险，捂住耳朵则是为了保护鼓膜。雷电会导致电离通路上的气温急剧上升，形成波及范围达数百米

的冲击波，其破坏力比一般的噪音要大得多，甚至有将人直接震下山的记录。没有任何科学研究能够证明这种做法的有效性，不过另一方面，我也从未听说过有人在采取如此蹲姿的时候遭到雷击。

减少雷电危险的唯一有效办法，就是尽快撤离制高点和暴露区域，尽可能保持低姿态，远离较大的水体和大型金属物体，尤其是铁丝网、高压电线等长条形导体。没有任何证据表明冰镐、帐篷杆和攀登装备等小型金属物体能够吸引雷电，所以不要浪费时间扔掉这些东西。我所知道的登山者遭遇雷击事故中，没有任何一例是由绳索引起的，即使是潮湿的绳索，其导电性也不会比附近潮湿的岩壁更好。待在汽车里可以减少被直接击中的危险，但也不是绝对安全的。最好的躲避地点是远离顶峰与山脊的林地中央，但是千万不能靠在树上。在积云逐渐生成时选择在山脊上扎营，乃是极端愚蠢的做法。如果整支队伍遭遇雷暴，尽量彼此保持 50 米左右的距离，并且祈祷队伍里有人参加过心肺复苏培训。如果有人被雷电击中，即使表面上没受什么损伤，也必须及早接受全面医疗检查。近期研究结果表明，遭到雷击的登山者体内会产生大量的自由基，对组织脏器造成伤害，服用抗氧化剂（如维生素 C 等）可有所缓解。

登山者被雷电击中的概率究竟有多大？这样的问题无法回答。在美国，每年约有几百人被雷电击中，其中约有 60 ~ 90 人丧生。大多数雷击事故发生在佛罗里达州南部，受害者多为年轻男性，受害地点以户外为主；科罗拉多州的事故数量在 50 个州中可排进前 10 位，每年约有 12 人被雷电击中；阿拉斯加州则极少发生雷击事故，平均每年不到 1 例。之所以死亡率如此之低，可能是因为雷电脉冲的频率较高，有时无法完全击穿人体，也可能是因为大多数事故都是由强度较弱的侧击雷造成的。

雪崩

“造成雪崩事故的主要原因，并不是坡度、雪况、风力、雪层稳定性这些参数，而是人为因素。”

这是科罗拉多州立雪崩信息中心资深研究员戴尔 · 阿特金斯（Dale Atkins）的名言。事实上，越野滑雪者遭遇雪崩的概率，远比登山者要大得多，原因很简单：滑雪者最喜欢坡度较陡的新雪坡，登山者则对这样的雪坡避之唯恐不及。尽管如此，美国本土每年仍有 20 ~ 40 人死于雪崩，其中大多数是追求极限的滑雪者，但也不乏登山者遇难的例子。相比之下，每年也有差不多数量的滑雪者因为撞在树上，或是滑雪场的电梯事故而丧生。

滑雪者通常都很清楚，他们的活动范围乃是雪崩高发区。这就是他们随身携带雪崩信标（用于定位埋在雪下的受害者）、雪崩探测器（用于精密定位）和雪铲（用于救援和雪况测试）的原因。登山者则最多会携带雪铲，因为他们关注的焦点在于如何避免雪崩，而不是遇上雪崩之后应该怎么办。由雪崩导致的死亡事故中，约有 50% 是直接由外伤导致的（在我所见过最恐怖的一例事故中，遇难者先是股骨骨折，然后又被骨折形成的尖头开膛破肚）。另一方面，雪坡爬升起来最为容易，远比裸露的碎石坡要容易得多。那么，登山者遇到陡峭的雪坡时应该怎么做？首先必须明确，装备并不能帮助你在雪崩中幸存下来。对于雪崩危险，你所能做的就是躲避。要躲避雪崩，就要首先理解雪崩的形成机制。

简单地说，雪崩就是积雪从山坡上崩落的过程。积雪究竟为什么会崩落、什么时候崩落，乃是登山者最需要了解的东西。只有当将积雪维持在坡面上的滞着力无法抵消重力作用时，雪崩才会发生。滞着力的下降通常是由雪层的变质作用（Metamorphism）引起的，而天气是影响变质作用的最主要因素。雪崩很多

时候都是由外来因素诱发的，如果没有任何诱发因素，积雪会经历一系列的自然演变过程，最终转化为冰川冰或融水。

气候类型

山区所在地的气候类型，对积雪性质和雪崩发生情况有很大的影响。在地处海洋性气候区域的山区，如不列颠哥伦比亚哥伦比亚沿海地区、喀斯喀特山脉南段（Lower Cascades）、内华达山脉、巴塔戈尼亚等地，积雪通常较深较黏稠，雪季气温相对较高，因此雪层内部的温度梯度相对较小。温度梯度是影响雪层变质作用的重要因素，温度梯度越大，雪层就越容易发生变质，外来因素诱发雪崩的可能性也就越大。处于海洋性气候区域的山区，积雪层整个冬季都在经历部分融化－凝固的循环，并且积雪的总体密度和湿度更大，这就使得雪况较为稳定，不易发生变质作用。这些地区所发生的雪崩多为湿雪雪崩（Wet Snow Avalanche），对登山者的威胁性比板状雪崩（Slab Avalanche）要小，但仍然十分危险，因为崩塌的积雪总量非常大，在沟槽和其他容易导致雪崩集中的地形上尤为如此。总体而言，海洋性气候区域的山区，雪崩事故率相对较低。登山者和滑雪者只要雪后至少 1 天不上山，并且遵循基本的雪崩规避原则，就可以避免雪崩危险。

在地处大陆性气候区域的山区，如落基山脉南段、阿拉斯加山脉、不列颠哥伦比亚内陆地区、喜马拉雅山脉等地，积雪通常较浅，雪季气温低，雪层内部温度梯度较大。这就使得雪层更不稳定，更容易发生变质作用。变质作用会导致雪层内部产生新的晶体类型——深层霜晶（Depth Hoar），其冰晶粒度较大，附着力极差，是“糖雪”（Sugar Snow）的主要成分。当糖雪的温度上升，霜晶的棱角部分开始融化时，雪层稳定性就会进一步下降，进一步增加雪崩发生的可能性。如果新雪借由降雪或风力作用覆盖在不稳定的霜晶层之上，并且形成较硬的雪层，就很容易导致硬板雪崩（Hard Slab Avalanche），不稳定雪层之上的全部积雪瞬间崩塌，造成巨大的破坏力。绝大多数硬板雪崩发生在背风坡，因为风积作用（Wind Deposition）会导致大量的雪层堆积在背风坡处，而维持雪层稳定性的只有脆弱的霜晶层，所以只需要很小的外力作用，就足以导致表层硬雪发生断裂，形成大规模的雪崩。上方雪檐的剥落，登山者对雪面的破坏，以及温度的迅速上升（幅度达到 4 ～ 5℃以上），都有可能成为诱发雪崩的因素。雪崩一旦从一点开始发生，宽度就会迅速扩大，有时雪崩区的总体宽度可达数百米。硬板雪崩发生突然，规模大，速度快，具有极大的危险性。

总之，地处海洋性气候区域的山区，冬季积雪会逐渐稳定化，只有在大雪过后才容易发生雪崩，且崩塌的主要是表层新雪，雪崩类型以湿雪雪崩为主，容易根据气象资料进行预测。地处大陆性气候区域的山区，积雪深处的脆弱雪层很难稳定化，整个冬季都有雪崩危险，雪崩类型以硬板雪崩为主，只有对目标区域雪况进行长期监测和分析，才有可能进行雪崩预测。而在气候类型介于二者之间的山区，例如位于美国犹他州的沃萨奇山脉（Wasatch Range），雪崩危险通常在冬季前中期较高，春季降临时则会逐渐降低。据统计，在加拿大每年发生的致命雪崩事故中，只有 15% 发生在海洋性气候区，另外 85% 则发生在落基山脉的内陆部分；90% 以上的事故发生在树木生长线以上的高山区域。位于气候交界区域的山脉，经常是西侧（临海一侧）属海洋性气候，东侧（内陆一侧）则属大陆性气候。

如果你在攀登过程中遭遇降雪，可以依据山区地理位置和降雪速度判断可能的危险。在沿海地区，即使每小时降雪达 2.5 厘米，也并不一定会导致雪崩危险；而在内陆地区和高海拔山区，如果每小时降雪达到 1.2 厘米，就

极有可能导致雪崩。落地时温度高于 -5℃的新雪，很容易黏着在已有的雪层和岩石表面上。温度更低的新雪则需要一定的沉降时间，并且更容易受到风积作用的影响，在背风坡形成极厚的积雪层。如果温度起初很低，然后再逐渐升高，就会导致黏着力较好的新雪覆盖在稳定性较差的雪层之上，增加整体雪层的不稳定性。风积作用的效率基本与风速的 3 次方成正比，也就是风速提高 1 倍时，对表层积雪的搬运作用会增加 7 倍之多。风力达到 4 ~ 5 级（风速约每小时 24 ~ 32 公里）时，即使降雪量并不大，背风坡也可能在几个小时之内变成危险的积雪场所。如果风力更强，积雪则会大量集中在沟槽地形中，进一步增加雪崩发生的可能性。风力作用还会导致雪花晶体的破碎化，致使积雪密度增加，增幅可达一倍以上。即使你的营地附近并未下雪，风积作用也有可能导致上方雪坡形成雪崩危险。并不是只有漫长的雪坡才需要提防，绝大多数致命雪崩事故都是由崩塌距离不超过 60 米的中小型雪崩导致的。发生板状雪崩的雪层厚度，通常都不超过 1 米，但却仍然可以致人死命。所以，即使在通过很小规模的粒雪盆和雪崩槽时，也需要随时保持高度警惕。

坡度

板状雪崩大都发生在倾斜角为 30° ~ 45° 的坡面上。如果坡度更缓，重力作用相对较小，雪层就有更多的机会通过沉降达到稳定状态；如果坡度更陡，雪层就不容易积累到足以发生致命雪崩的厚度。需要注意的是，背风坡即使坡度超过 45° ，也有可能由于风积作用而达到发生板状雪崩的条件。即使是坡度不大于 20° 的缓坡，有时也会发生表层湿雪雪崩，但是此类雪崩的致死率并不像板状雪崩那样高。

在 USGS 7 1/2’标准等高地形图上，倾斜角为 35° 的山坡，每 6 条等高线（2 条粗线）之间的距离约为 6 毫米。你可以使用我在附录里提供的地图尺测量坡度，也可以用地图边缘给出的比例尺和坡度尺进行换算。我在第 4 章“野外导航”中已经提到，碎石坡的休止角（能够稳定堆积的最大倾斜角度）约为 35° ，绝大多数滑雪场的黑道坡度都不会超过 35° ；或许这可以让你建立起 35° 倾斜角的直观概念。

冬春交际时节，气温与地表温度非常接近，雪层内部几乎不存在温度梯度。在这种情况下，变质作用会使雪层变得更致密、更稳定，减少板状雪崩发生的可能性。随着气温的升高，积雪会逐渐转化成融水，在这一过程中，湿雪层有可能会从一点开始自发滑落，影响到下方的扇形区域，造成小规模的流雪。在夜间，即使温度保持在零上，雪层表面也可能会形成一定厚度的冰壳，让第二天清晨的攀登变得更加容易。风会大大增加积雪表面的热交换速率，增幅可达数百倍。热交换会导致雪层表面进一步致密化，形成微小的冰晶颗粒，也就是滑雪者所谓的“粒状雪”（corn snow），和冰川形成过程中的“粒雪”并不是同一个概念。粒状雪层非常适合滑雪和主动滑降，而且只要表层粒状雪的厚度不超过脚踝，即使在陡坡上也不会造成雪崩危险。昼夜更替导致的融化 - 凝固循环，可以增加雪层的稳固性，但在大陆性气候区域，如果融雪期较长，而位置较深的脆弱雪层又没有来得及稳定化，就有可能造成新的雪崩危险。降雨也是可能诱发雪崩的因素之一，因为雨水会渗透雪层，导致积雪的稳定性下降。这种作用经常是持久的，即使是数天乃至数个星期前的降雨，也有可能威胁到你的攀登安全。应对方法包括查询目标地区过去的天气记录，在雪面上寻找雨水留下的痕迹，以及进行雪层结构测试。

雪层结构测试

如果你在积雪中挖一个足够深的坑，就可以检测各部分雪层的性质。坑的侧壁要做到竖

直、光滑，深度要足够，对于季节性积雪，最好能挖到底部的岩石层。挖好雪坑之后，用手套刷拂侧壁，如果你发现了糖雪层或是冰壳层，就说明此处的雪坡很可能并不稳定。如果从上到下的雪质均匀，具有足够的黏度（可以捏成雪球），就说明雪坡的稳定情况很好。

诱发雪崩的人为因素

野外滑雪者所遭遇的雪崩中，95%都是由滑雪者自己引发的。换句话说，错误的决策乃是雪崩事故最主要的原因。常见的错误认识包括：因为团队活动而产生没有根据的安全感；盲目跟随别人的脚印行进；因为自己过去没有遭遇过雪崩，就觉得雪崩发生的可能性非常小等。

雪崩规避

有些登山者平时无比小心谨慎，攀岩攀冰时总是极端保守，随时随地都戴着头盔，甚至对每一滴饮用水都要进行过滤，然而在遇到雪崩区的时候，他们却会不加考虑地横穿过去——这样的人实在令我无话可说。雪崩预报是一门非常复杂的学问，然而对于绝大多数登山者来说，只要掌握一些最基本的原则就够了。

● 联系目的地附近的雪崩预报机构，或者在网上查询目的地区域的雪况报告。附录部分提供了美国部分地区的雪崩预报机构网站链接。大多数雪崩事故都是在雪崩风险级别为“相当可能”（Considerable），而不是“高度危险”（High）的时候发生的，因为前者容易让登山者和滑雪者产生过度的自信，觉得自己能够判断和躲避危险情况。

● 利用等高地形图制订路线计划。当雪崩危险达到“相当可能”或者“高度危险”的程度时，不要从超过30°的雪坡下方经过，更不要在这样的雪坡上行进。如果雪崩危险达到“极度危险”（Extreme）的程度，那就待在家里。

● 尽量避免在明显的雪崩路径、有雪崩堆积物的地段、雪檐和积雪较厚的陡坡附近或下方活动。

● 远离凸出的坡面，尤其是在背风坡上。这样的地形最容易发生板状雪崩。

● 如果你在雪坡上行进时，发现雪层有不稳定的迹象，或是雪层产生裂缝且裂缝正在扩大，就说明此处是危险区，必须尽快撤离。

● 远离可能的雪崩集中区，如陡坡或较厚积雪区下方的山谷或沟槽等。

● 尽量在山脊的迎风面行进，或者沿没有厚积雪层的陡坡直线上升，前提是上方没有较厚的积雪区。在北半球的山区，南侧坡面上的雪层更容易沉降，稳定性通常更好。

● 登山队伍在可能发生雪崩的地形上行进时，队员彼此之间应保持10米以上的距离。不要结组，也不要在别人可能的滑坠路线上攀登。如果遇到危险度较高的地形，每次仅1人快速通过，其他队员在安全的地方等候。

● 如果你的队友遭遇雪崩，尽可能记住雪崩方向，以及他消失之前最后的位置。雪崩过后，如果条件足够安全，立即从最后看见他的位置开始向下搜寻。倾听他可能发出的任何声音，并在雪面上寻找衣物、装备等线索。取下登山杖的阻雪盘，用杖尖插入雪层作为探测器（最大探测深度约为1米左右，如果被埋在更深的地方，救援基本是不可能的），从他最有可能的位置开始，以0.6米的间距进行网格状探测。一旦被掩埋时间超过15分钟，遭遇雪崩者就有很大的可能会死亡，尽管如此，仍然要坚持搜寻一个小时以上。

● 即使是在夏季，在树木生长线以下的较低海拔地区，积雪仍然有崩塌的可能。

● 不要因为你是在队伍中行进就觉得很安全。事实上，队伍人数越多，人为引发雪崩的概率就越高。

如果你自己遭遇雪崩，不要指望“在雪中

游泳”的动作能起到什么作用，因为板状雪崩的极限速度能达到每小时 120 公里以上。雪崩一旦平息下来，你周围的雪就会迅速形成坚硬的团块，你很有可能无法靠自己的力量挣脱出来。你只能尽量把登山杖或者其他随身装备高举起来，如果杖尖能露出雪面，就可以帮助救援人员发现你的位置。与崩塌的雪块一起下坠的过程中，闭紧嘴巴，不要扔掉背包，因为背包的密度比你的身体要小，可以起到类似救生圈的作用。

如果你成功绕开了攀登路线上的雪崩区，却发现营地位于山谷底部，周围到处都是明显的流雪痕迹，这时候应该怎么办？你要怎样才能保证安全？这个问题很难回答，但你可以采取一些预防措施。尽量在坡度低于 10° 的地方扎营，因为雪崩到达相对平缓的地方就会减速。选择营地位置时，可以利用指北针附带的坡度计功能：从营地到可能的雪崩起始点拉一条假想的直线，如果该直线与水平面的夹角（“α 角”）不超过 23°，营地位置就是相对安全的。雪崩专家将这一角度称为“截止角”（Runout Angle）。在海洋性气候区域，α 角的值可以更高一些，而在大陆性气候区域，则需要更低的 α 角才能保证安全。

高海拔

人体具有非常好的天然适应能力，这一点在高海拔适应过程（Altitude Acclimatization）中表现得最为明显。任何登山者如果从零海拔瞬间移动到珠穆朗玛峰顶上，都会在几分钟之内丧失意识，在一个小时之内死亡。然而，到目前为止，已经有一百多名登山者在经历了几个星期的适应之后，无氧登顶珠穆朗玛峰并安全返回。

地球表面的大气含有 20% 左右的氧气（以及 80% 左右的氮气和 0.03% 左右的二氧化碳）。随着海拔的上升，大气压力会逐渐下降，氧分压也会等比例下降。海平面的标准大气压约为 101.3 千帕（760 毫米汞柱），而在海拔 3700 米的地方，平均大气压力只有 64 千帕（480 毫米汞柱），氧分压下降了约 40%。由于地球自转的缘故，纬度越高的地方，相同海拔的平均气压越低。靠近北极圈的麦金利峰，同样海拔的平均气压约比喜马拉雅和安第斯山区低 15%。为了在低氧环境下生存，人体必须进行适应。大多数人都可以直接上升到 2500 米左右的海拔，不会有明显的不良反应，但在海拔更高的地方，个体的适应性是不可预知的。即使在今天，医学仍然无法解释清楚高海拔适应的具体机制。所有人最初进入高海拔地区时，大脑都会发生一定程度的肿胀，但是不同人的具体反应则大不相同。某些生理反应是必然会出现的：呼吸速率加快（医学上称为缺氧性通气反应）；静息心率上升；经历了一段时间的适应之后，红细胞计数上升（对于女性，高海拔适应引起的红细胞计数上升与月经周期无关）。适应过程初期，呼吸速率的增加不会很明显，因为通气量的增加会导致血液二氧化碳含量的减少，进而限制呼吸速率。经过一天左右的适应之后，肾脏机能会开始提升（高海拔利尿作用），从而重新平衡血液中的二氧化碳含量，使缺氧性通气反应得以充分表现。尽管呼吸速率和通气量有所增加，但人体仍然无法摄入与低海拔地区等量的氧气，所以还必须在激素和细胞水平上进行一系列更细微的适应。绝大多数适应过程会在 3 ~ 4 个星期内完成，但是生理结构水平上的适应过程，如毛细血管密度上升、线粒体计数增加等，则需要数星期至数月的时间。如果海拔上升不快，适应过程通常是较为平缓的，但如果海拔上升过于剧烈，人体没有足够的反应时间，就会表现出一系列的症状，称为高山病（Altitude Illness）。那些平时生活在低海拔地区，仅在周末和节假日攀登高山的人，特别容易出现高山病的症状。

正常适应与急性高山病

平时生活在低海拔地区的人，不经任何适应就能上升到的极限高度，通常在2700米左右，不同个体的适应限度会有所差别。如果迅速上升到更高的高度，即使只是再高一两百米，都有可能导致急性高山病（Acute Mountain Sickness，缩写为AMS）。程度最轻的急性高山病，通常称为高山反应，其典型症状包括头痛、头晕、恶心、极度疲乏等。一般程度的疲劳和呼吸急促，并不属于高山反应的范畴。在海拔2700米处休息一夜之后，绝大多数人就会开始适应较高的海拔，从而使得适应限度提高450～600米左右；当然，不同个体的情况也会有所差别。如果第二天的上升高度超出适应限度，又有可能引发高山反应，当登山者在较高海拔过夜时尤为严重。如果不顾反应继续上升，在更高的海拔过夜，就会导致症状加重，适应过程变慢。只有回到较低海拔休息，才能让反应症状彻底消退。经过充分的适应之后，登山者可以下撤到较低海拔生活一个星期左右，不会因此而丧失适应性，返回高海拔也不会再出现反应。

未经任何适应、直接上升到900～3000米的海拔时，约有25%的人会出现高山反应，严重程度可影响正常睡眠。如果直接上升到3000米以上，并在同样的高度过夜，75%的人都会出现高山反应，直至身体得到充分适应为止。正在进行运动训练的人，出现高山反应的可能性更大一些。女性和50岁以上的中老年人比较不容易受到影响，儿童受影响的程度与成人相同。不同人的适应速度不尽相同，有些人适应速度较快，可以迅速上升海拔，而另一些人则适应速度较慢，即使缓慢上升也会导致反应加重。究竟哪些人会出现高山反应，哪些人不会，几乎完全无法事先预测。即使是同一个人两次直接上升到高海拔地区，上升速度和其他条件完全相同，也可能一次出现高山反应，另一次却安然无恙。患有严重心肺和血液疾病的人，更容易出现高山反应。彻底的适应至少需要几个星期的时间，而且无论你适应得有多好，也不可能完全恢复在低海拔地区的运动水平。

静息心率的升高是适应过程的标志之一。如果你在海平面附近的静息心率为每分钟60次，到了海拔3000米处就有可能上升到70次以上。另一方面，你在运动中能够达到的最大心率则会有所下降，例如从每分钟170次降至155次。经过一个星期的适应之后，你的血液红细胞水平会有所上升，从而使血液能够携带更多的氧，但同时也增加了血栓的形成概率。你有可能需要在3000米以上海拔生活12个星期的时间，才能让红细胞水平达到稳定。适应过程中，你的呼吸速率会有所增加，且呼吸的程度会越来越深；进行中低强度的运动时，体内的乳酸堆积会有所缓解。你每天的排尿量会增加0.5升左右，所以为了维持体液平衡，你必须注意饮水。你的大脑会发生轻微的肿胀，导致不同程度的头痛、恶心等症状。有些人的手足部位会出现水肿，如果大量摄入盐分，症状就会加重。无论你有没有出现急性高山病症状，都会因海拔上升而导致食欲下降，所以食谱最好以富含碳水化合物的流质食物为主，注意适量摄入。睡眠时，你的呼吸节律可能会出现一定程度的紊乱，甚至可能有临时性的呼吸暂停，尽管这可能只是正常的生理反应，却很容易导致惊慌和恐惧。临睡前服用125毫克乙酰唑胺，可以缓解这种反应。

当然，真正的登山者几乎从来不会按照医生们建议的那样，每天最多上升450米左右的海拔。大多数登山者都能够忍受轻微的高山病症状，直到身体得到了一定程度的适应，症状有所缓解为止。水肿症状只有在海拔上升12至24小时后才会出现，所以大多数登山者只有在上升到较高海拔过夜之后，才会出现较严重的反应症状。如果你在一天之内迅速冲顶并返回，就有可能完全不受高山反应的影响。高

山反应或许并不会对攀登造成太大的影响，但却不可完全忽视，如果反应较重，最好不要贸然继续上升海拔。高山反应本身是非常自然的事情，是人体的正常调节机制，但如果因此而死掉，那就实在太愚蠢了。

忽视会导致症状加重

我方才所描述的乃是高山反应，也就是轻度急性高山病的症状。如果你对这些症状视而不见，继续上升海拔，就会导致中度急性高山病，其最主要的症状之一是剧烈的头痛，即使服用布洛芬等止痛药物也无法缓解。除头痛之外，患者还有可能出现恶心、呕吐、肢体协调性下降（医学上称为“共济失调”）等症状。低血糖、脱水和体力透支等情况，也会导致类似的症状，但如果不能判断症状出现的原因，那就无法排除急性高山病的可能性。如果你已经在同一海拔生活了 3 天以上，才出现上述症状，就说明导致症状的很可能是其他原因。对于有可能患有中度急性高山病的人，可以用下述方法进行测试：受试者保持站姿，双脚前后相抵，双臂环抱于胸前，手放在对侧肩上，合上双眼，类似醉酒测试的做法。如果受试者无法保持一分钟以上的静止站姿，就说明问题较为严重，需要立即下撤。如果继续拖延下去，患者的症状就有可能进一步加重，以至于无法自主下撤。大多数时候，只需要下降 300 米以内的海拔，症状就会明显缓解。患者需要在较低海拔至少待上 24 小时，等到症状消失后才可重新上升。

高山脑水肿

所谓的“急性高山病”是一系列症状的统称，这些症状轻则导致不适，重则可能致命。高山脑水肿（High Altitude Cerebral Edema，简称 HACE）就是重度急性高山病的症状之一。体液在脑组织中过度堆积，导致颅内压升高到一定程度，就会威胁到大脑的健康，这就是脑水肿。严重时，脑水肿可导致昏迷甚至死亡。重度急性高山病患者除表现出一般高山病症状之外，还会出现气短、无法行走、精神错乱、判断力下降等症状，头痛的程度更严重，且很难缓解。对于这样的患者，必须尽快护送其下降 600 ～ 1200 米的海拔，必要时应使用担架。如果无人救护，患者基本一定会死亡。即使及时下撤，头痛等症状消失之后，某些患者的肢体协调性还需要数天甚至数月时间才能完全恢复。

尽管脑水肿的症状并不是突然发生的，而是需要数小时的积累过程，但登山者必须随时保持警惕，否则就有可能被“突发”症状弄得措手不及。绝大多数的高山脑水肿症状都是在海拔超过 4300 米的地区发生的，患者通常都是不顾急性高山病症状强行上升的人。一起攀登的人数越多，早期症状被忽略的可能性就越大，直至患者彻底丧失行动能力为止。高山脑水肿的预防既是每个人自己的责任，也是团队所有成员共同的责任，因为脑水肿会影响患者自身的意识，让他难以注意到自身的症状。你必须对重度急性高山病的早期症状有充分的了解，一旦发现自己或队友出现这样的症状，就要立即下撤，绝不能硬挺，更不要觉得因此而下撤是一桩耻辱。如果你已经出现了较严重的急性高山病症状，就不要上升到更高的海拔过夜。如果在同一海拔休息时发现症状加重，尽快下撤。

用正确的态度对待高山反应

不同的人对待高山反应的态度并不相同。有些人因为生理上感到不舒服，就怨天尤人，把自己和队友都搞得非常痛苦。另一些人则懂得采取各种心理手段，减少高山反应对攀登的影响，例如分散自我注意力、投入团队合作、自我暗示、短期目标导向等。那些成功登顶极高海拔山峰的攀登者，几乎无一例外地懂得采用心理调节手段来对抗缺氧造成的影响。

高山肺水肿

重度急性高山病的另一种形式，是肺部毛细血管内的液体渗入肺泡中，并在其中堆积，从而阻碍人体的气体交换，这种症状被称为高山肺水肿（High Altitude Pulmonary Edema，简称 HAPE）。因急性高山病而死亡的患者，绝大多数都是死于肺水肿。由于肺水肿的形成需要更长时间的积累过程，许多人只有在高海拔第二次过夜之后，才会表现出明显的肺水肿症状。在海拔低于 2700 米的地区，几乎没有任何人会患上高山肺水肿。寒冷会导致肺水肿发作的概率增大。体能良好的年轻登山者，患上高山肺水肿的概率较大。如果曾经患过肺水肿的人再次进入高海拔地区，症状就有很大的可能性会复发。新近的研究表明，肺泡上皮中的液体交换是借由钠离子交换实现的，如果这一过程受阻，就会增加肺部毛细血管内压，引发肺水肿，而这种情况很可能是由某种基因缺陷导致的。吸入沙美特罗（一种支气管扩张药物，通常用于治疗哮喘和某些肺病）通常可以预防高山肺水肿，因为该药物能增强肺组织内的钠离子运输作用。

高山肺水肿的早期症状包括气短、干咳等，与高海拔活动造成的疲劳反应非常相似，所以很容易被忽略。随着症状的加重，患者会感到极度疲劳，呼吸短而浅，即使在静息时也会感觉呼吸困难。如果任由症状进一步发展，患者就会咳出泡沫状或是粉红色的痰，肺部出现啰音（咕噜咕噜或是咔嗒咔嗒的声音），指尖和指甲根部发绀（变紫）或发白等。高山肺水肿经常与高山脑水肿并发，二者孰重孰轻因人而异。在高海拔正常生活 4 天以上的人，很少会再出现肺水肿症状。对于高山肺水肿患者，下撤是唯一有效的治疗方式，拖延则有可能导致死亡。体能消耗会导致症状加重，所以症状较严重的患者需要用担架搬运。

通常情况下，只要患者下撤到上一次正常休息的海拔，肺水肿症状就会迅速缓解。彻底的恢复需要 1 ~ 2 天时间，之后多数人都可以继续攀登，回到肺水肿最初发生的海拔时，症状通常不会复发。

高山肺水肿很容易与其他高海拔疾病相混淆，如支气管炎、肺炎等。高山支气管炎不会导致静息时呼吸困难，也不会造成极度的疲劳，而肺炎症状则与肺水肿非常相似，并且二者都有可能导致发烧，所以发烧并不能作为鉴别肺水肿与肺炎的依据。唯一的判断依据是下撤之后的反应：肺水肿症状会迅速缓解，而支气管炎与肺炎则不会。由于肺水肿很容易危及生命，所以一旦出现疑似症状就要尽快下撤，如果发现症状是由支气管炎或肺炎引起的，再服用抗生素进行治疗。哮喘也有可能导致与肺水肿相似的症状，但如果针对哮喘的常规治疗手段无效，就应该按肺水肿处理。通常情况下，哮喘患者到了高海拔地区，症状反而更不容易发作。

药物治疗

以上所讨论的都是攀登队伍自主鉴别和治疗急性高山病的方法。除此之外，一些药物也可以用于治疗高山反应与高山病，前提是用药者对药物的使用方式有充分的了解。能够治疗高山病的药物，大都是可能引发严重副作用的处方药，不宜轻易服用。尽管如此，但你仍然有可能会需要这些药物，所以我在这里列出了一些基本常识。

氧气

吸氧可以迅速缓解一切高山病症状，而且没有任何副作用。给氧速度初期以每分钟 2 ~ 4 升为宜，之后可逐渐降低到每分钟 1 ~ 2 升。吸氧对适应过程没有任何帮助。

乙酰唑胺

乙酰唑胺能加速肾脏对碳酸盐的排泄，提高血液酸性，从而使得呼吸更加顺畅，睡眠时

尤其明显。这一效应能够提高适应速度，缓解高山反应，但是并不能彻底治疗脑水肿、肺水肿等重度急性高山病症状，所以患者服药后仍不可上升海拔，而应尽快下撤。旧版《美国药典》（*Physician's Desk Reference*）推荐的剂量为每日 3 次，每次 250 毫克。按照新的医学理论，登山者应服用的剂量为每日 2 次，每次 125 毫克，海拔上升前 1 天左右开始服药，上升后 2 天左右停药。较低的剂量既能充分发挥疗效，又不致引发严重的副作用，所以更适合有过重度急性高山病史的人服用，作为预防措施。停药并不会导致症状反弹，只会让适应速度恢复正常值。大多数登山者并不需要服用乙酰唑胺，但对那些需要迅速上升到高海拔地区的救援人员，以及时间安排较为紧张、无法进行充分适应的登山者来说，乙酰唑胺可以有效缓解急性高山病的症状。

乙酰唑胺是一种利尿剂，会导致排尿量增加，所以服用者应注意补充水分。极少数人会产生过敏反应，所以在攀登开始之前最好进行过敏性测试。停药后可能会产生轻微的不良反应，包括口舌发苦、手指和面部发痒、喝碳酸饮料的口感下降等。乙酰唑胺也有可能导致运动水平轻度下降，这也是不宜轻易服用的原因之一。

地塞米松

地塞米松是一种强效类固醇类药物，能够降低颅内压，缓解脑水肿症状，对高山脑水肿患者有较好的疗效。剂量通常为每 6 小时 4 毫克，对于呕吐不止的患者，必须采用注射方式给药。症状通常在给药后 6 小时之内就会明显缓解。乙酰唑胺能够提高适应速度，地塞米松则只能缓解脑水肿症状，为重度急性高山病患者赢得下撤的时间，对适应性则没有任何影响，对肺水肿也没有任何治疗作用。所以，服用地塞米松之后，即使高山病症状有所缓解，也不宜继续上升海拔。

副作用包括腹痛、失眠、过度兴奋等，糖尿病患者服用后还会导致血糖水平升高。停药会导致症状反弹，所以如果服药后不及时下撤，很可能会导致情况进一步恶化。

硝苯地平

硝苯地平是一种钙离子通路阻断剂（β－拮抗剂），通常用于治疗高血压，但也可以缓解低氧环境造成的肺动脉收缩，从而提高服用者的摄氧能力。推荐剂量为每 12 小时 20 ～ 30 毫克，以缓释剂为宜。可用于预防和治疗高山肺水肿，但对脑水肿等其他急性高山病症状没有作用，且效果远不如地塞米松对高山脑水肿的缓解作用那样明显。硝苯地平有可能导致血压迅速下降，服用者如果从坐姿或躺姿迅速站起，就有可能晕倒。总而言之，这种药物可能对高海拔徒步者会有所帮助，但是并不是登山者的最佳选择。

阿司匹林

从海拔上升前 1 天开始，每日 3 次服用阿司匹林，每次 320 毫克，直至适应过程结束，可以缓解高山反应导致的头痛。

银杏

研究表明，银杏提取物能够预防高山反应，但各次实验使用的剂量和其他条件差异较大，所以无法对疗效进行准确的定量分析。有实验表明，从海拔上升前 5 天开始，每日 2 次、每次口服银杏提取物 120 毫克，直至适应过程结束，可使反应症状缓解 50% 以上。另一组实验则表明，只需从海拔上升前 1 天开始，每日服用一半的剂量，就可以对迅速上升引发的高山反应起到较好的预防作用。也有研究者使用银杏提取物与乙酰唑胺进行对照实验，发现前者的疗效远不如后者。正在大剂量服用阿司匹林或其他抗凝血剂类药物的人，应慎用含银杏成分的药物。

其他治疗手段

对珠穆朗玛峰攀登者进行的实验表明，抗氧化剂类维生素（每餐后服用250毫克维生素C，100国际单位维生素E，150毫克α－硫辛酸）可缓解急性高山反应症状，增进食欲，且没有不良反应。

其他有可能对高山反应和高山病起到治疗作用的处方药包括：呋塞米（利尿磺胺），通常用于治疗充血性心力衰竭，但也可能缓解高山肺水肿症状；氨茶碱，通常用于治疗哮喘，对急性高山病有一定的疗效，但副作用较大，不推荐；泼尼松龙（乙酰脱氢皮质醇），每日服用20毫克，可有效缓解高山反应，同时又不会干扰适应过程；吗啡，对高山脑水肿的治疗有一定的辅助作用，最好与吸氧同时进行；万艾可（西地那非），著名的壮阳药，同时也有可能对高山脑水肿起到预防作用，因其能增进一氧化氮对血管舒张的影响；等等。

高压氧舱也是一种治疗手段，但其体积和重量较大，只适合大规模、长时间的登山活动使用。舱内压力比周围环境高2PSI（约13千帕）时，在舱内停留两个小时以上，可以起到与下降海拔或吸氧类似的效果。注意，离开氧舱有可能会导致症状反弹。

预防高山病的基本策略

要预防高山病，首先应该了解你自己在高海拔环境下的典型反应，避免海拔上升过快。多喝水，避免饮酒，慎用某些安眠药和镇静剂。如果出现高山反应，应停止上升海拔，如果反应加重就应及时下撤。一定要注意补充水分，因为高海拔环境很容易导致人体脱水，造成血浆总量下降，而血浆总量是血液携氧能力和有氧运动能力的决定因素之一。另一方面，过度饮水则不会带来任何好处。对于普通的高山反应，只要注意休息和饮水，适量服用扑热息痛、阿司匹林、布洛芬等镇痛药物，就可以让症状得到缓解。少吃含有亚硝酸盐和亚硫酸盐的食物，如奶酪、巧克力、柑橘、卤肉、味精等，以免导致偏头痛。随着身体适应性的加强，高山反应的自然缓解通常需要1～2天时间，某些人可能需要3～4天。适量服用乙酰唑胺，可以加速适应过程。头痛并不一定是高山反应的征兆；如果你喝下一升水，同时服用一片镇痛药物，头痛就迅速消失，而你也没有其他反应症状，那就说明这样的头痛是由脱水引起的。尽量避免在症状消失之前上升海拔，尤其不要到更高的海拔过夜。如果症状加重，尽快下撤。

温度

外界温度会对人体产生很大的影响，这种影响既作用于体表，也作用于人体核心。过热（Hyperthermia）与失温（Hypothermia）这两个术语所描述的，都是温度对人体核心的影响，二者均包含一系列的生理反应，并可按影响的严重程度分为轻度、中度、重度三个阶段。攀登过程中，登山者不可能经常测量身体的核心温度（亦即直肠体温），只能通过精神状态的变化来判断温度对身体的影响严重程度。过热与失温都会导致患者的意识水平下降，难以及时意识到自身状况，作出正确的反应，所以在登山队伍中，队友之间必须随时注意彼此的精神状态，以免因过热或失温而导致严重的后果。

热反应

人体对热的最初反应是体表毛细血管的扩张，以及汗液分泌的增加。即使在寒冷的天气里，如果阳光较为强烈，或是登山者穿的衣物太多，也有可能产生这样的反应。汗水的挥发可以迅速带走多余的热量，从而使人体的核心温度保持正常，即使是进行大强度运动的人，核心温度通常也不会超过39℃。这一过程称为热反应。只要适时补充水分和电解质，正常

的热反应就可以一直持续下去。你也可以通过降低运动强度来缓解热反应。

热疲劳

如果人体长期暴露于热环境中，而又无法维持水分和电解质的供应，就会进入脱水状态，即使核心温度并没有明显的上升，也会表现出早期的脱水性休克。这一状态称为热疲劳。患者会感觉到口渴、恶心、身体虚弱，并可能发生热痉挛。患者的精神状态会有所恶化，无法进行正常的理性思考。热疲劳可能导致严重的后果，需要立即治疗，但是治疗方法非常简单：消除外界环境的热影响，同时补充水分。患者应降低运动强度，脱掉多余的衣物，在通风蔽荫的地方休息。如果患者发生呕吐，应小口饮水，不要大口急灌，以免进一步刺激肠胃。如果方便，饮水的同时应适度补充电解质，但不可过量。每升饮用水可添加1.5克以内的食盐，或者饮用经过稀释的运动饮料。如果患者恢复清醒的意识，排尿恢复正常，就表明症状已经充分缓解，这一过程最长可需12小时。在热环境中运动的人如果感觉不适，意识水平有所下降，就很有可能是热疲劳的缘故。

中暑

如果热疲劳进一步严重化，就会导致中暑。在中暑状态下，人体完全无法维持正常的热反应，核心温度可能上升到40℃以上。脉搏和呼吸速率均有较大上升，精神状态进一步恶化，可能出现严重焦躁、歇斯底里、昏厥等表现。中暑是非常严重的过热反应，很可能危及生命，必须立即进行治疗。尽可能采取手段降低患者的体温，如脱掉衣物、洒水、扇风等。不要将患者全身浸入冷水之中，以防外周血管突然收缩，导致患者从中暑瞬间过渡到失温。用冷水洒在患者的头颈部，通常可以取得较好的效果。如果患者已经失去意识，无法自主饮水，就要尽快进行静脉注射以补充水分。随时关注患者的情况，以防体温再度升高。中暑可能会对患者的身体造成长期性的不良影响。

本书第19章“营养”在讨论水分与电解质补充的同时，也讨论了适应热环境的方式。对热环境的适应过程涉及一系列的生理反应，各方面适应性的培养需要几个星期至几个月的时间，而且效果因人而异，所以不要指望单纯通过适应就能避免中暑。

冷反应

人体对冷的最初反应是体表血液循环的减少，以及轻度的寒战。轻度的冷反应并不会导致极度的不适，也不会影响精神状态，但会使人皮肤苍白、感觉寒冷。由于寒战（肌肉痉挛）的关系，话语和肢体活动的连贯性可能会受到影响。如果在寒冷环境中暴露得太久，人体无法产生足够的热量，就会导致核心温度下降，造成失温。所以，登山者在感觉到寒冷的时候，应该及时增加保暖衣物，补充能量和水分，同时尽量寻找避风的行进路线。寒冷会起到利尿作用，所以应及时排尿，同时加强水分的补充。

轻度失温

如果人体无法产生足够的热量，核心温度开始下降，就会进入轻度失温状态。这一过程通常是缓慢发生的，但也有快速发生的情况，例如失足落水。长时间暴露在雨雪、大风和寒冷环境下的登山者，很容易逐渐陷入轻度失温状态。患者的体温下降到33～35℃时，就会产生剧烈的寒战、严重疲劳、呆滞、固执、幻觉等症状。失温会导致肢体协调性和判断能力下降，因而可能引发更严重的问题。在寒冷环境下进行攀登时，登山者必须随时注意彼此的状态，如果你的搭档变得越发沉默寡言，这可能并不是什么好的现象。即使是最轻度的失温也必须严肃对待，因为这表明患者维持自身核

心温度的能力已经到了耗竭的边缘。如果不加处理，失温很容易导致意识丧失和心肺衰竭。复温乃是第一要务，无论采取何种方法都可以，关键是要得到患者的配合。脱掉潮湿的衣物，让患者钻进睡袋，用热水袋或另一人的身体帮助其复温。复温过程中，患者可能会发生剧烈的颤抖，这是很正常的现象。如果有麦芽糖糊精（能量胶的主要成分）、蔗糖、葡萄糖等血糖生成指数较高的碳水化合物，可以温开水送服，待患者恢复到一定程度之后再摄入其他食物。

重度失温

如果患者身体的核心温度下降到 32℃以下，就会陷入类似冬眠的状态，具体表现为肌肉不再痉挛、脉搏和呼吸速度放慢、体表血液循环大幅度下降、丧失意识等。严重时，重度失温患者会丧失一切生命体征，此种情况下千万不要轻易放弃抢救。将患者全身包裹在保暖层（睡袋、衣物等）中间，然后立即送医院抢救，如果没有条件，就必须尝试现场复温。搬运患者时应非常小心，因为心肌组织在低温下的表现非常不稳定，外来刺激很容易导致心室震颤。让患者处于平躺体位，以免外周血管中的低温血液大量回流到心脏，导致心脏停搏。将患者置于两条拉链相接的睡袋内，左右两侧由两人用身体帮助其复温。

冻伤

冷反应会导致人体外周血管收缩，体表血液循环下降，从而让肢端更容易冻伤。人体表面暴露在 −6℃以下的环境中时，表皮部位就有可能发生亚冻伤，具体表现为皮肤苍白僵冷、触觉下降或部分丧失。为避免亚冻伤发展为冻伤，应立即对冻结部位进行复温，但在复温之后，该部位会更容易发生冻伤。

通常所说的冻伤，是指表皮和皮下组织均发生冻结的情况。冻伤部位的肢体会完全丧失知觉，触感僵硬，甚至透过表皮可见皮下组织中的冰晶。一旦发现冻伤的情况，应尽力避免进一步冻伤，但是不要立即复温，以防再次冻伤对组织造成更大的损害。一定要确保患者处于温暖的环境下，并且有充足的能量和水分摄入，才能进行复温。复温前至少 15 分钟应口服 1000 毫克的布洛芬，以缓解疼痛、预防血液凝固。将患处浸泡在约 41℃的温水中，判断水温的标准是手浸在其中会感到热，但是可以忍受。复温过程中可加入一定量的热水，维持水温基本恒定。随着神经末梢的解冻，患者会感到极度的疼痛。复温后的组织非常脆弱，应小心避免挤压，并避免再度冻伤。发炎、水疱、坏疽（具体表现为冻伤部位变紫或变黑）都是常见的情形。用绷带和夹板对复温肢体进行固定，务必避免患者用这一部分肢体发力，哪怕这意味着担架甚至直升机救援。如果冻伤部位开始自然复温，立即进行治疗，不要人为干扰复温过程。冻伤后的组织特别容易感染，应作为高危创伤处理。

战壕足

“战壕足”（Trench Foot）又称“浸渍足”（Immersion Foot），是足部皮肤长期处于湿冷环境下引起的一种皮肤疾病，手部皮肤也有可能患上此病。那些使用不透气的高山靴内靴、临睡前又没有换上干袜子的登山者，特别容易患上战壕足。症状为典型的发炎反应：皮肤红肿，触摸有痛感，出现红色或苍白色斑块，有时还会形成水疱。患处不仅疼痛，还容易受伤或感染。每天让手足至少有几个小时处于温暖干燥的状态，即可达到最基本的防治作用。如果患处出现创口，就要特别注意预防感染。

日晒与紫外线

日光中的紫外线成分能灼伤皮肤，导致皮

风寒指数

风是导致寒冷的最重要因素。以下是 2001 年重新修订的风寒指数列表，相比旧的列表更能准确反映风对体感温度的影响。

风寒指数表

气温（℃）

风速（米/秒） \ 无风	10	8	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-24	-26	-28
2	7	5	2	0	-2	-4	-6	-9	-11	-13	-15	-17	-20	-22	-24	-26	-28	-31	-33	-35
4	3	0	-2	-4	-7	-9	-11	-14	-16	-18	-20	-23	-25	-27	-30	-32	-34	-37	-39	-41
6	0	-2	-5	-7	-9	-12	-14	-17	-19	-21	-24	-26	-29	-31	-33	-36	-38	-40	-43	-45
8	-2	-4	-7	-9	-12	-14	-17	-19	-21	-24	-26	-29	-31	-34	-36	-38	-41	-43	-46	-48
10	-4	-6	-8	-11	-13	-16	-18	-21	-23	-26	-28	-31	-33	-36	-38	-41	-43	-46	-48	-51
12	-5	-7	-10	-12	-15	-17	-20	-22	-25	-28	-30	-33	-35	-38	-40	-43	-45	-48	-50	-53
14	-6	-9	-11	-14	-16	-19	-21	-24	-26	-29	-32	-34	-37	-39	-42	-44	-47	-49	-52	-54
16	-7	-10	-12	-15	-17	-20	-23	-25	-28	-30	-33	-35	-38	-41	-43	-46	-48	-51	-53	-56
18	-8	-11	-13	-16	-18	-21	-24	-26	-29	-31	-34	-37	-39	-42	-44	-47	-50	-52	-55	-57
20	-9	-12	-14	-17	-19	-22	-25	-27	-30	-32	-35	-38	-40	-43	-46	-48	-51	-53	-56	-59
22	-10	-12	-15	-16	-20	-23	-26	-28	-31	-33	-36	-39	-41	-44	-47	-49	-52	-55	-57	-60
24	-10	-13	-16	-18	-21	-24	-26	-29	-32	-34	-37	-40	-42	-45	-48	-50	-53	-56	-58	-61
26	-11	-14	-16	-19	-22	-24	-27	-30	-33	-35	-38	-41	-43	-46	-49	-51	-54	-57	-59	-62

暴露15分钟即可冻伤

暴露10分钟即可冻伤

暴露5分钟即可冻伤

肤组织提前衰老，还有可能诱发鳞状细胞瘤和黑素瘤。全世界每年约有一万人死于日晒导致的皮肤癌。登山者特别容易受到晒伤，因为海拔每上升 300 米，紫外线强度就会提高 4%。最基本的防晒措施包括长袖衣裤、有檐的太阳帽、手套、SPF 35 以上的防晒霜等。在雪地上行进时应特别注意防晒，因为雪面对阳光的反射率几乎可达 100%，反射光的强度足以灼伤鼻孔内部和口唇。在高海拔地区长时间在日晒下活动时，最好佩戴带护鼻的太阳镜，并在裸露的皮肤表面涂上含有氧化锌或氧化钛成分的防晒霜。某些抗生素如四环素、土霉素等，会增加皮肤对日晒的敏感程度。质地轻薄的浅色衣物尽管穿起来更舒服，对紫外线的阻挡作用却很有限，除非衣料经过特殊处理。选购太阳镜时，应注意镜片对紫外线的阻挡率要达到 100%，且镜面内层镀有抗反射膜，以免雪面反射上来的阳光经镜面反射灼伤眼睛。登山眼镜的透光率通常为 4% ~ 10%，而不是普通太阳镜的 15% 左右。

雪盲是由紫外线灼伤角膜引起的，症状为眼球红肿、发痒、疼痛、流泪不止等。角膜受到灼伤之后，症状通常要过几个小时才能显露出来。角膜具有很强的再生能力，所以雪盲的治疗并不复杂。取下隐形眼镜，不要揉眼睛，最好能用柔软的绷带包裹眼部，以免外界光线刺激。按照我的个人经验，隐形眼镜护理液（主要成分为生理盐水）可以暂时缓解疼痛。通常情况下，休息一天左右即可让视力恢复正常。



6 山区气象

“那就像清晓刚刚来，就出现了红云彩，
预示那海上船要沉没，陆上雨要成灾；
预示那鸟儿要受苦难，牧羊人要受损害；
牧牛人和牛群要遭疾飙和狂飙的破坏。”

这段话出自莎士比亚1592年创作的长诗《维纳斯与阿都尼》。清晨出现的红云，总是意味着坏天气将至，而傍晚的红云则往往预示着天气的好转——莎士比亚显然很清楚这一点。对于登山者来说，基本的天气预测知识是非常必要的，因为天气是对登山运动影响最大的外界因素。

基本常识

或许你已经养成了经常关注天气预报的习惯，至少在出发登山之前，你会专门去查询目的地的天气预报，如果情况太糟糕，你就会修改或是取消既定计划。良好的天气是安全、快速、成功攀登的基本前提。我有一位搭档，懂得通过卫星云图和天气预报部门的讨论资料来判断天气，由此制订登山活动的日程计划。结果是，他似乎从来没在山上遭遇过坏天气。

当然，天气预报并不总是准确的，特别是在地形复杂的高山地区。山区很容易形成与周围大环境不同的小气候，并且天气变化经常是突然的、难以预期的。要想做出准确的预测，你必须对当地的具体环境有足够的了解。气压计可以提供气压变化的信息，但是最主要的判断依据则是对云的观察。

看云识天气

总体性的天气预报，主要是基于气团移动、锋面位置和气压系统做出的估算。气团（Air Mass）是指温度和湿度水平分布较为均匀的大范围空气团，按照发源地可分为极地气团、热带气团、海洋气团、大陆气团等。锋面（Front）是指不同气团交汇的边缘区域。气压系统（Pressure System）是指气压相对标准大气压偏高或偏低的区域（海平面的标准大气压为101.325千帕）。

云是天气最明显的表征。或许你已经有过这样的经验：只要一座山峰的顶峰被云层笼罩，哪怕只是几缕薄云，也说明那里的天气情

况很糟糕。荚状云（Lenticular Clouds，形状与豆荚或凸透镜相似）通常意味着大风。顶峰附近存在荚状云时，周围区域可能还存在好天气，但如果顶峰下风方向形成了荚状云，尤其是彼此重叠的多层荚状云，那么周围区域很可能也有大风，顶峰和山脊上的风力尤其强烈。这样的天气通常不适合攀登。

上升气流

坏天气——或者说降水——是由上升气流引起的。含有水汽的潮湿空气，密度比干燥的空气要小，所以即使在温度相同时，潮湿空气也有上升到干燥空气之上的趋势。上升过程中，潮湿空气会因气压下降而膨胀，从而由暖变冷，使水汽凝结成微小的水滴或冰晶，这就是云的形成过程。如果云层进一步上升变冷，其中的水滴或冰晶就有可能进一步凝聚而掉落下来，从而形成降水。与此相反，下降气流则会带来晴好天气。

在山区，上升气流导致大规模雨雪的机制有好几种。锋面抬升（Frontal Lifting）是指冷暖气团交替导致气流上升的过程。对流抬升（Convective Lifting）是指日晒导致地表温度升高，地表附近空气受热上升的过程，上升气流的速度通常达每小时 15 公里以上。对流抬升作用会导致大型积雨云的形成，从而引发大规模的雷暴雨雪，例如落基山脉和提顿山脉（Tetons）夏季午后经常发生的雷雨。在积雨云内部，上升气流的速度可达每小时 80 公里以上。如果气团沿较缓的坡面向上移动，就会产生上坡气流（Upslope Lift），落基山脉东侧在冬季经常发生的大规模降雪，就是来自墨西哥湾的上坡气流导致的。地形抬升（Orographic Lifting）则是气团遭遇更陡峭的山岭时发生的抬升，其强度比锋面抬升要高一个数量级，最容易形成剧烈的上升气流。地形抬升是山区气候区别于平原和海洋地区气候的最主要因素，在美国和加拿大西部的山区，绝大多数降水都是地形抬升引起的。

高度在 6000 米以上的云，通常以卷云（Cirrus Clouds）为主，其主要成分为冰晶，一般预示着 24 ~ 36 小时之后的天气变化。高度在 2000 ~ 6000 米之间的云，通常以层云



地形抬升

（Stratus Clouds）为多，如果边缘界限清晰，就说明其成分以水滴为主，而如果边缘较为模糊，就说明成分以冰晶为主。在这一高度范围，某些类型的云预示着天气即将在几个小时内转坏，另一些类型的云，例如分布稀疏的层积云，则意味着高气压即将来临，未来天气情况良好。高度在 2000 米以内的云，则是地面雨雪形成的主因，因为从更高的云层落下来的降水，通常在到达地面之前就会蒸发殆尽。山区由于海拔较高，即使在 2000 米以上也会形成雨雪。

某些类型的云对登山者具有特殊的意义。积云（Cumulus Clouds）形状类似大团的棉花糖，下缘通常呈灰色，较为齐整。积云是潮湿空气经由对流抬升形成的，如果地表温度低于 0℃，就基本不可能产生积云。在山区，地形抬升作用很容易导致和促进积云的形成。强烈的对流抬升作用会形成浓而厚的积云，称为积雨云（Cumulonimbus Clouds），其顶部常达到 6000 米以上的高度，形成以冰晶为主要成分、类似卷云的结构。积雨云通常颜色阴暗，周围和下方常伴有降水在空中重新蒸发形成的幡状云（Virga）。积雨云会带来强烈的冰雹和暴雨，总降水量可达数

百吨以上，在山区可造成山洪暴发。地形云(Orographic Clouds)在大气状态较为稳定的时候很少会形成，但只要大气稍有不稳定，地形抬升作用就会导致层云和积云的形成；如果大气不稳定且湿润，就有可能形成积雨云。日晒会导致山脊周围的气温高于山谷中的气温，加剧白昼的空气对流，导致更多的云团形成，这也是山区夜间通常比白天晴朗的原因。由地形抬升作用形成的荚状云和帽状云(Cap Clouds)，周围的风速通常可达每小时65公里以上，尽管云层看上去似乎是静止不动的。之所以会出现这种情况，是因为大气沿迎风坡向上流动时会形成云，沿背风坡向下移动时云会消散，所以只有山脊和山顶附近才能保持有云的状态。旗云(Banner Clouds)通常出现在陡峭山峰的背风侧，是由强风造成的气旋吸引冷凝气流形成的。

气候学

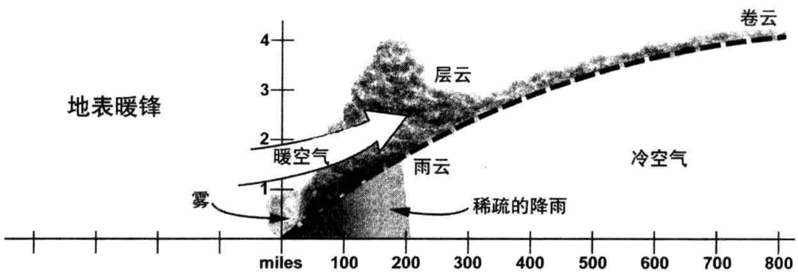
长时间的天气表现称为气候。影响气候的因素主要有以下四点。

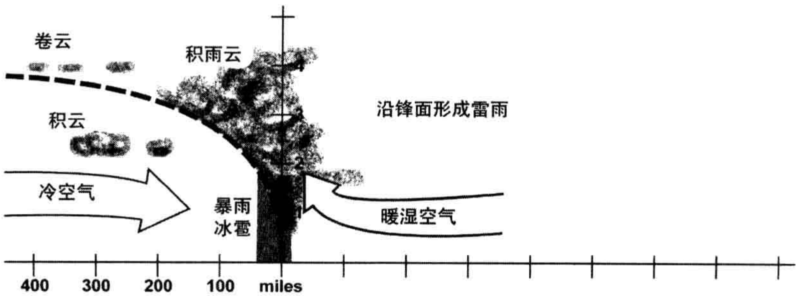
纬度——主要影响日照时间和太阳高度角。地轴与地球绕太阳运行的轨道平面约有23.5°的夹角（黄赤交角），所以在一年的不同时间段，同一纬度上的日照时间并不相同。

海拔——主要影响大气密度、降水、风力、太阳辐射、气温（海拔每上升300米，平均气温下降2℃左右）、相对湿度等因素。在北半球，海拔上升300米对气候的影响，基本相当于在海平面处向北移动560公里对应的纬度增加。

陆性率(Continentality)——即某一地点与海岸线之间的距离。美洲大陆的主要山脉均为南北走向，与天气系统的分布方向基本垂直，所以海洋性与大陆性气候的差异就表现得特别明显。在北美洲，山脉的西侧通常雨雪更频繁，雪崩发生的频率更高，这是由来自太平洋的暖湿气流导致的。

季风和洋流——对局部区域的天气具有关键影响。以美国本土为例，在夏季，百慕大——亚速尔高压中心形成的季风，将墨西哥湾的暖湿气流送往美国中西部，引起夏季雷暴；阿拉斯加湾上空的太平洋高压中心，在美国西海岸引发较弱的北风，使得这一地区天气晴朗，气温相对较高，湿度偏低；加州低压中心位于这两大高压中心之间，导致





加拿大上空形成高空急流。在冬季，百慕大——亚速尔高压中心继续主导美国东部的天气，但太平洋高压中心则逐渐削弱并南移，西海岸的天气转而受在白令海峡上空形成的阿留申低压中心影响，形成西风和经常性的降水；西北部海陆气候交界处形成较弱的高压中心，导致寒流进入大盆地区域；西海岸和加州上空形成高空急流。

以上只是笼统介绍了影响气候的几大因素。实际上，由于特殊地理环境的关系，许多地区尤其是山区都具有独特的地区性气候。准备在某处山区进行攀登之前，最好与有经验的当地登山者联系，尽可能了解当地在攀登季节的气候规律。

天气预测

在山上，你可以通过实地观测一系列气象因素，来预测短时期内的天气趋势。这样的预测可以达到惊人的准确度，前提是你拥有足够的知识和经验。山区地形会对风力、温度、降水和云的形成造成影响，但是不会影响同等海拔下的气压，所以就让我们先从气压谈起。

气压

当你处于某一固定海拔时，如果气压发生下降（气压高度计的海拔读数上升），就意味着高空气压槽或地面冷锋即将来临，很可能会发生风暴。将高度计放在避风位置进行测量，如果静止海拔读数在 3 小时内上升 10 ～ 15 米，就要注意观测风向、风速和云的情况；如果海拔读数在 3 小时内上升 20 ～ 25 米，尽可能不要上山；如果海拔读数在 3 小时内上升 25 米以上，最好尽快下撤。每天临睡前用气压高度计测量海拔，醒来时再测量一次，如果读数上升 60 米左右，风暴就很可能在几个小时之内降临；如果读数上升达 300 米——在大规模高海拔山区，这样的情况并不罕见——那就说明天气马上就会变得极其恶劣。如果气压较长时间保持稳定，或是有所上升，就意味着好天气周期的来临。

温度

温度对天气预测的作用并不大，因为影响温度的因素实在太多了。前面已经提到，海拔每上升 300 米，平均气温会下降 2℃；这一下降速率称为“平均环境温度递减率”。天气越晴朗，温度随海拔的变化速率也就越大。在阴云密布的日子里，海拔上升 300 米带来的气温下降可能只有 1.6℃，而在万里无云的晴天，气温下降则可能会超过 2.7℃。0℃等温线与雪线通常并不重合，因为即使在平均气温高于 0℃的地方，也有可能因降雪和风力作用形成大量的积雪。在晴朗的夜晚，山顶和山脊附近因辐射放热作用而变冷的空气，会形成下降气流，导致山谷中的温度降低，所以要想躲避夜间的寒气，最好选择海拔高出谷底 100 米以上的位置扎营。山区有时会发生“温度倒置”（Temperature Inversion）的现象，即海拔较高的山顶和山脊区域，温度反而更高。在冬季的某些地区，海拔上升 1000 米时，温度可升高多达 14℃。这一现象通常预示着晴好稳定的天气。在这样的地区选择谷地扎营时，有微风的夜晚往往会更加温暖，因为风会让海拔较高处的较暖空气进入谷底。多云的夜晚往往比晴朗的夜晚更温暖，因为云层能够反射地表的热辐射。大量降水之后的第二个夜晚很可能是最冷的，既因为冷气团中心总是晚于锋面抵达，也因为第二个夜晚天气通常会转晴，加剧地表辐射引起的热量流失。气温低于 -15℃时很少会降雪，因为越是寒冷的空气就越干燥，难以积聚形成降雪所需要的水分。

风

在山区，地表风的状态很难成为判断天气的依据，因为山区的特殊地形很容易影响地

表风力与风向，甚至导致局部区域的地表风向与主导风向截然相反。山谷中的风向通常与山谷走向相一致，而不是高空风的主导风向。垭口位置的风速可以达到周围区域地表风速的两倍以上。顶峰附近扬起的雪雾，与荚状云和帽状云一样，都意味着那里的风力非常强。在北半球夏季的白昼，山峰南侧的谷地里会因为日晒升温而形成强烈的上坡风，风速可达每小时16～24公里以上，风向通常与主导风向无关。在夜间，降温作用则会形成更强烈的下坡风，在粒雪盆和陡坡下方尤为明显，所以营地的选择应谨慎。如果日晒形成的暖空气在抬升过程中发生降水，密度就会进一步下降，从而导致风速加快，有时可达2～3倍。晴朗的天气、大面积裸露的地表岩石、与上坡风向相一致的主导风向，都会加剧这一过程。上坡风越过山脊之后，就会转为速度相对较低的下坡风，使得背风坡和谷地里的气温上升。这样的下坡暖风会导致温度迅速上升，增幅达10～20℃，

云

所有类型的云都是潮湿气流抬升形成的，是天气变化最重要的表征。然而，云的存在并不一定意味着坏天气将至。例如，在夏季的山区，即使清晨天气晴好，上午也经常会形成高空卷云，接着是中等高度上的层云，以及小片的积云和荚状云——每天如此，天气却并没有什么变化，最多只是每天下午在孤立的山顶周围发生小规模的降水。如果空气中含有足够的水分，其他条件利于对流抬升作用，就有可能形成雷暴。天气预报机构发布的讨论资料，通常会包括可能发生的降水量（数百毫米意味着大规模的降水），以及潮湿空气发生对流抬升的可能性。要想准确预测天气的变化，必须首先对目标山区不同季节的云层形态有充分的了解，并且提前查询周边地区的天气预报，尽管山区气候可能与周边地区截然不同。在网上，你可以下载各种相关的气象资料，包括卫星云图、天气分布图、雷达降水图、红外遥感天气图、三维模拟图像等。对于某些地区，你还可以下载闪电分布图、地表风力图、天气预报数学模型等更详细的资料。如果你能充分利用这些资料，再加上对周围环境的实地观测，就可以对短期内的天气变化做出相对准确的预测。

云与天气

锋面和气槽（Trough）都会引起气流抬升，导致云的形成。如果上风方向（以该地区主导风向为准，下同）形成浓厚的云层，且云层下缘逐渐降低，就说明天气即将发生变化，很可能有风暴降临。之所以云层下缘会逐渐降低，是因为锋面带来了更多的冷湿空气，导致水汽凝结的临界高度下降。卷云的存在往往是高空急流的表征，其发源地一般在数百至上千公里之外。如果上风方向形成较多的卷云，就说明风暴有可能在24～36小时内降临。日晕和月晕的形成是卷层云（Cirrostratus Clouds）的作用，晕圈离太阳或月亮越近，说明云层越浓厚，风暴很可能在24小时之内降临。如果卷云逐渐降低高度，就会转化为高层云（Altostratus Clouds），这意味着天气必然会发生变化。在夜间，卷云会使星光变得黯淡，高层云则会遮挡全部的星光，所以如果夜晚看不见星星的话，就要小心天气转坏。

积云的形成有多种原因。稀薄、分散的积云，往往并不会预示天气的变化，但如果云团迅速变大变浓，颜色转为阴暗，就说明潮湿气流的抬升作用有所加强，即使没有锋面正在接近，也很可能会有风暴降临。大范围的积云会形成雷阵雨，带来冰雹和雷电，严重威胁攀登安全。如果云团出现明显的上下分层，或者较低处的云开始上升，就说明天气必然会在12小时之内变坏。风暴期间，如果透过云团之间的缝隙观测到上空还有更浓厚的云层，就意味着风暴短时间内不会平息。

荚状云和帽状云都是强风的表征。如果荚

状云的体积增大，高度降低，与别的云团汇合，就说明高空风已经引起了更多的潮湿气流抬升，天气很快就会转坏。山顶和山脊上飞扬的雪雾，也是强风的表征，因为只有当风速达到一定程度时，才能破坏雪面掀起雪雾。只要风速超过每小时 8 公里，就足以吹起刚降下的新雪，但是经过沉降作用的硬雪，则只有在极强的风力作用下才会形成雪雾。

如果云团在上升的同时变小变薄，就说明空气中的水汽已经基本耗竭，天气即将好转。山谷中如果形成薄雾，就说明潮湿空气没有发生抬升，天气将会保持稳定。登山者经常会爬升到云层之上，如果下方的云层保持稳定，就意味着好天气将会持续，但如果云层开始上升，天气就会很快转坏。白天出现小团的积云，出现之后又逐渐消散，通常是稳定天气的表征。出现在上风方向之外的卷云，并不一定预示着天气的变化。晨露和霜冻是天气好转的迹象。发生暴风雪时，如果雪片逐渐变小，就意味着风雪即将结束，而粒雪和霰则表明冷锋即将到来，天气将会恶化。

夏季的暴风雨会带来冰雹和雷电，如果你处于暴露的山顶和山脊上，就很容易被雷电击中。冰雹也有可能成为严重的问题，就在我撰写这一章的时候，洛杉矶遭遇了突发性的暴风雨袭击，落下来的冰雹总计达 30 厘米厚。如果分散的积云体积迅速增大、浓度增加，或者大团的积云和积雨云从远处推进过来，就意味着暴风雨很快会降临。在夜间，如果观察到上风方向发生雷电，就表明暴风雨将至。如果下层空气温暖干燥，上层空气较为湿润，从别处转移过来的气槽就会加剧对流抬升，引发暴风雨，这样的现象在夏季午后最为常见。最初的降水会在下层干燥空气中蒸发，这一作用会导致上下温差的进一步加大，形成非常强烈的对流风。山顶或山脊被大团的积云笼罩，通常意味着暴风雨正在袭击那里，冲顶计划最好延后。

雾

雾会影响能见度，让登山者无法分辨周围的地形；另一方面，雾的存在说明地表附近的潮湿空气没有发生抬升，天气情况较为稳定。雾的形成主要有三种原因。地表辐射会导致地面附近的气温下降，如果之前发生过降水，地面比较潮湿，就会形成雾。在秋季雨后晴朗的夜晚，地表辐射引起的热量流失最为明显，所以也最容易起雾。在春夏季，来自大型水体上方的潮湿空气水平移动到地面上，因为温度下降而导致水汽凝结，也会形成雾。暖锋最初来临时，从高处落下的降水可能会在低层的较冷空气中蒸发，导致较冷空气的湿度增加，当夜间气温下降时就会形成雾。通常情况下，只要阳光导致气温升高到一定程度，雾就会自然消散。

保持清醒

这一章的内容并不足以让你成为气象专家，不过如果你读懂了大部分内容的话，就可以更好地理解天气预报的内容，并配合你自己的实地观察，对未来短时期内的天气作出比较准确的预测。如果你的哪个朋友在气象学方面有所造诣，不妨请他为你解释一些基本的概念，特别是不同类型的云的形态，以达到事半功倍的效果。

云的形成是潮湿空气因抬升而冷却，导致水汽凝结的结果。云的存在说明大气正在经历某种变化过程，但是单凭云本身还不足以形成降水。如果云的下缘开始降低，就说明水汽凝结的临界高度有所下降，这意味着天气正在变得越来越不稳定。云的形状和变化规律，可以预示未来一段时间内的天气情况。如果周围万里无云，就说明天气非常稳定。

即使你拥有目标地区的官方天气预报信息，也不要掉以轻心，因为山区复杂的地形经常会造成特殊的小气候。只有掌握了基本的气象观察和判断能力，你才能作出正确的判断。



7 出发

我是在美国中西部的威斯康星州开始接触登山运动的。那时候，我经常跟朋友们一起，在著名的“阿尔卑斯饭店”享用精美丰盛的早餐。吃得再也撑不下去之后，我们才捧着肚子出门，开车赶往附近的山区进行攀登。尽管这样，我们还觉得自己是“赶了个大早”。

今天看来，我们当初的做法实在是缺乏效率。早起出发是登山过程中最重要的环节之一，无论“早起”究竟意味着半夜出发，三点钟起床出发，还是天亮出发。早起出发最重要的意义在于延长一天内的攀登时间，让你有更多的选择余地，有更多的时间来处理突发事件，从而增加攀登过程的总体安全性。登山过程中，下撤总是比上升更危险，而如果你不得不在天黑之后下撤，危险系数就会进一步增加。

为什么要早起出发

清晨通常是一天之中最适合攀登的时间段。经过了一整夜的沉降和固化，雪层会在凌晨时分达到最稳定的状态，此时行走和攀登是最容易、最安全的。随着时间逐渐过去，阳光会使雪层表面开始软化，让行走变得越来越吃力，并且增加雪崩的危险。下午和傍晚时分，雪层会重新开始转硬，如果你能够及时完成攀登，就可以选择雪的软硬度最合适的时候下撤。如果你下撤得太晚，雪面冻得太硬，下撤过程中就很容易滑坠，逼你不得不穿上冰爪，甚至用绳索下降。早起出发可以让你早早完成攀登，避免在下撤时遭遇困境。

落石一般较少在夜间发生，但是只要阳光照到岩壁上，落石危险就会开始增加。我还记得有一次，我所在的登山队伍以最快的速度从一处悬冰川下方通过——不是因为担心落冰，而是因为高处的冰面上嵌着大大小小的石头，而且太阳很快就要从山脊背后冒出来了。我们都很清楚，一旦阳光照在冰面上，落石很快就会接连不断地掉下来。选择凌晨时分通过沟槽地段，可以把遭遇落石和落冰袭击的风险降到最低。

夏季登山时，很容易在午后遭遇雷暴。如

果出发得足够早，在中午之前从山脊上下撤，被雷电击中的危险就要小得多。除了雷电之外，雨水也会造成危险，因为降雨不仅会让岩石表面变得湿滑难行，还会增加落石发生的概率。我亲眼见过两名登山者在雨后发生的大规模落石中丧生。

早起出发不仅对攀登意义重大，对进山过程也同样有所帮助，特别是在进山路线需要过河、穿越冰川、跨越冰裂缝的情况下。日晒会导致暗裂缝上方的雪桥变软，而下午时分的冰川融水，则会使山脚下的河水变得更加湍急危险。

日落意味着早晨开始

为了早起出发，前一天晚上必须做好充分的准备，包括饮食、装备整理、睡眠等。如果你在山上很难睡好的话，不要紧张，因为大多数登山者都是这样的。心理上的焦虑再加上高山反应，能够严重影响睡眠质量。缓解焦虑的最好办法，就是把第二天早上所需要的一切都提前准备好。整理装备，打包，准备路餐和饮水，整理好衣物和早餐的食物——这些都是前一天晚上应该做好的。要是你总想着把事情留到早上再做，就很容易给自己造成心理压力。

睡眠

关于睡眠质量的保证，许多有经验的登山者都有自己的一套。以下是一些应用比较广泛的手段：

- 晚餐要吃饱，特别要多摄入高热量食物；
- 适量的碳酸饮料或其他饮品；
- 5- 羟基色氨酸（血清素的合成前体）；
- 抗组胺类药物，如苯那均、苯海拉明等；
- 对于高山反应影响睡眠的情况，可服用 125 毫克乙酰唑胺；
- 非处方安眠药，如多拉西敏；
- 某些作用快、不影响呼吸、无残留效应的处方安眠药，如含有唑吡坦成分的药物（安必恩等）；
- 某些以苯二氮类药物为主要成分的处方镇静药，如安定、阿普唑仑等；
- 缬草根或其他传统草药；
- 褪黑素。

无论你选择使用哪种药物，都要事先进行尝试，不要到了山上再开始试用，以免出现药物残留效应，影响你的攀登效率。在海拔超过 2400 米的地方睡觉时，尽可能不要服用会对呼吸造成抑制的药物，以及具有利尿作用的药物，以免加重高山反应。安必恩（Ambien）是最适合登山者的强效安眠药。不要轻易服用镇静剂。

我自己很少在入睡方面遇到问题。只要我做好一切准备工作，定好闹钟，戴上耳机，服两粒褪黑素与维生素 B12 的混合制剂，一般就可以很快进入梦乡。我的主要问题在于睡眠难以持久，特别是在长夜漫漫的冬季，一旦醒来就很难再睡着，而又没有任何事情可做。临睡前准备好尿壶，这样可以省去钻出帐篷小便的麻烦。日出前的凌晨是一天中最冷的时候，所以起床时与其磨磨蹭蹭，不如动作尽可能快，这样反而能让自己少受些罪。

养成一旦醒来就迅速动作的习惯，这样不仅有助于保持良好的精神状态，还可以让你感觉更暖和。有些人喜欢服用以莫达非尼为主要成分的抗嗜睡药物（Provigil、Alertec 等）。有些人习惯早上喝一杯咖啡，另一些人则觉得咖啡因的作用太过强烈，所以更喜欢冲一杯热可可。如果你需要早起出发，就不要在早餐上花费太多的时间。第 19 章会详细论述登山过程中的食谱。

露宿

无论你有没有做到早起出发，都有可能被迫露宿。当你战战兢兢地缩在石缝里，不知道该怎么熬过这一夜时，不要担心——许多登山者都体验过这样的感觉，他们都活下来了，你当然也没问题。没有准备的露宿，必然会让你感到非常痛苦，但是痛苦总比遭遇危险要好。如果你有条件撑过这一夜，就不要冒险去做没有把握的事情，比如在完全不熟悉的地形上下降，在无保护的情况下沿冰坡下撤，等等。当然，这种说法主要是针对在较低海拔进行夏季攀登的登山者；如果你在极高海拔、极冷环境下被迫露宿，后果可能是致命的。

崔纳德常说，如果你随身携带露宿装备，就必然会以露宿收场。他之所以这样说，不仅是因为露宿装备会增加额外的负重，也是因为这样会影响你的心态——如果早在出发前，你已经形成了失败者的心态，那你当然就很有可能失败，这就是自我暗示的作用。所以，如果你的攀登计划中并不包括露宿这一项，那就不要携带露宿装备。另一方面，有一些装备不仅可以在应急时用来露宿，也可以在其他意外情况下派上用场，并且加在一起的重量还不及睡袋加上露营袋的重量。这些装备包括：

冲锋衣或风衣——在山区活动时，最好每次都带上有兜帽的冲锋衣或风衣，就算你觉得用不到，也不妨带上以防万一。你也可以选择防水但不透气的贴身雨衣。最轻的风衣和贴身雨衣，重量都在 100 克之内。

套头帽——用最少的重量提供最大的保暖效果，因为它可以保护头颈部位，而头颈部是人体最主要的散热部位。

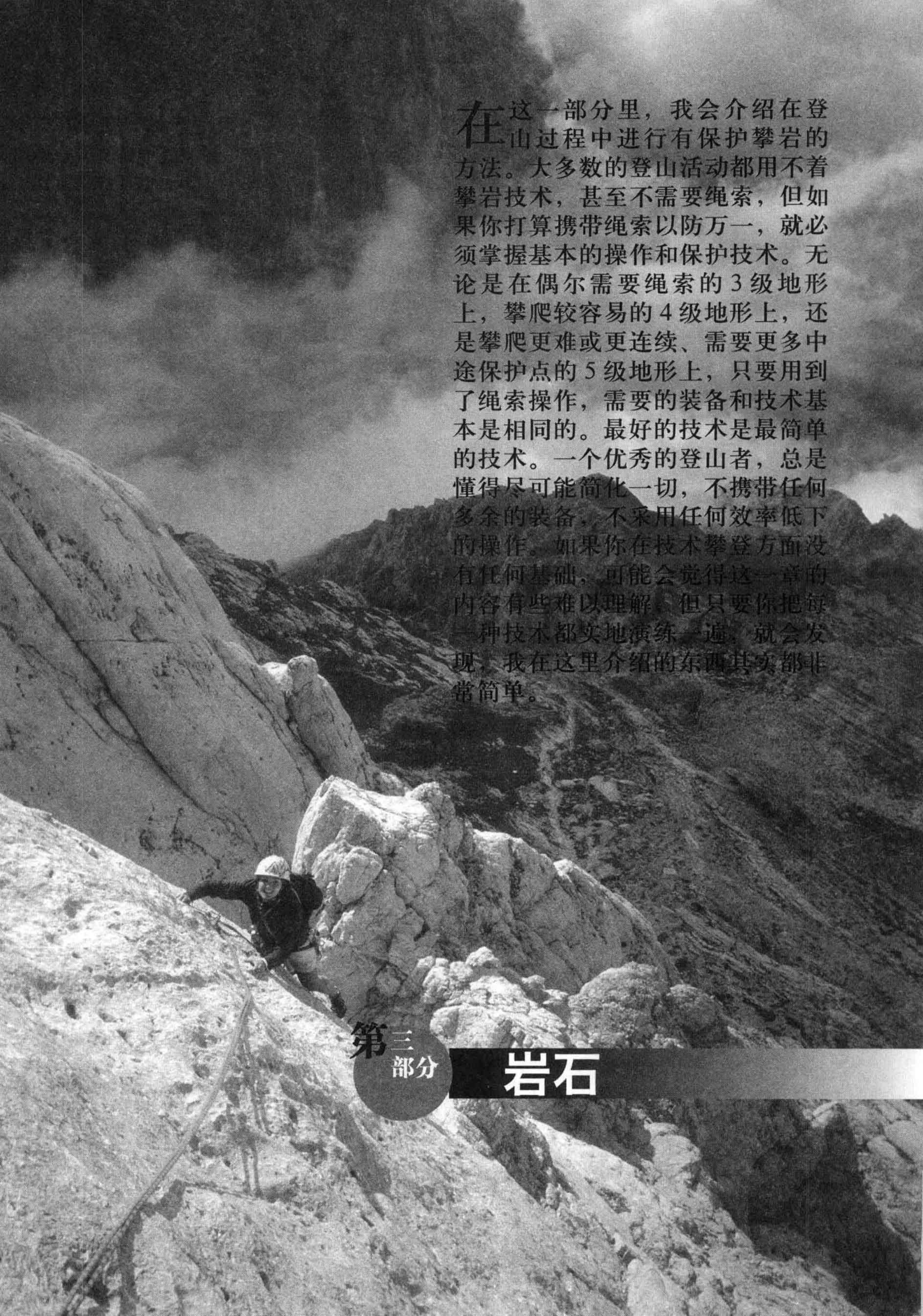
手套——即使攀登过程不需要手套，也应该至少带上一双合适的薄手套应急。

袜子——当你穿薄袜子进行攀登时，如果攀登时间有可能拖得很长，可以带上一双备换的厚袜子。

保温毯——用铝膜保温毯制成的“睡袋”，可以在突发情况下起到良好的防风防水作用。用涂硅尼龙制成的睡袋内胆，重量仅有几十克，且防风防水效果比保温毯更好。你也可以选择轻量化的露营袋，最轻的款式重量不到 250 克，并且勉强可供两人同时使用。

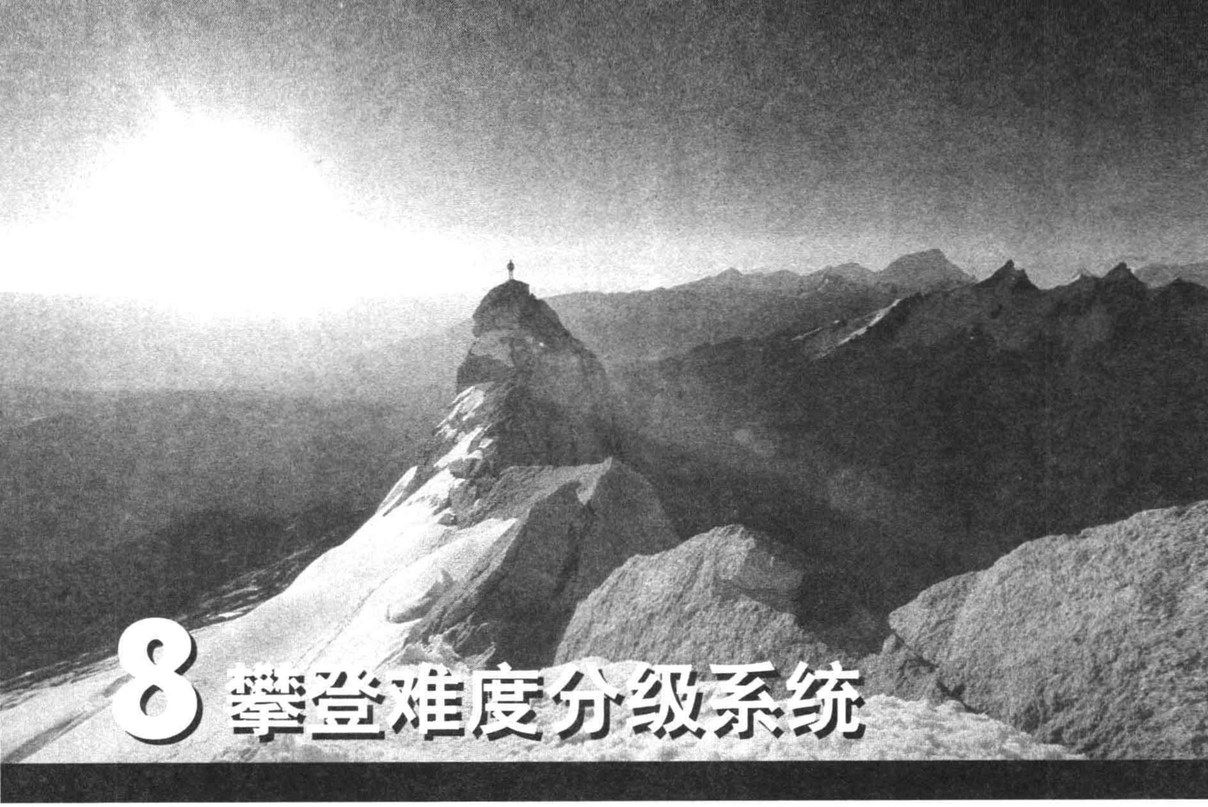
当你临时决定露宿时，尽可能利用太阳下山前最后的时间，找一个没有落石威胁的避风场所，最好能朝向东南方向（如果你是在北半球登山）。把所有能找到的衣物都穿上，拉紧拉链，用绳子垫在身下，双脚放进背包里，双手收进袖筒。跟你的搭档紧紧挤在一起，用彼此的体温取暖。准备好忍受痛苦。如果你觉得不爽，可以背诵法国著名登山者加斯顿 · 里布法特（Gaston R é buffat）的名言：

“那些只在好天气登山，从山间小屋出发，从不露营的人们，尽管能见识到山峰的宏伟，却永远意识不到它们的神秘——漆黑的夜晚，深邃的星空……他们错过了多少东西啊！”



第三部分 岩石

在这一部分里，我会介绍在登山过程中进行有保护攀岩的方法。大多数的登山活动都用不着攀岩技术，甚至不需要绳索，但如果你打算携带绳索以防万一，就必须掌握基本的操作和保护技术。无论是在偶尔需要绳索的3级地形上，攀爬较容易的4级地形上，还是攀爬更难或更连续、需要更多中途保护点的5级地形上，只要用到了绳索操作，需要的装备和技术基本是相同的。最好的技术是最简单的技术。一个优秀的登山者，总是懂得尽可能简化一切，不携带任何多余的装备，不采用任何效率低下的操作。如果你在技术攀登方面没有任何基础，可能会觉得这一章的内容有些难以理解，但只要你把每一种技术都实地演练一遍，就会发现，我在这里介绍的东西其实都非常简单。



8 攀登难度分级系统

“攀登难度是这样一种东西：所有的攀登者都能理解，但却没有任何两个人能达成一致意见。”

攀爬难度级别

自从登山运动发展的早期，攀登者们就开始设计各种各样的难度分级系统，用来描述和比较不同攀登路线的难度。有的难度分级系统是基于路线最难地段的难度，有的是基于路线长度和总体难度，还有的把需要使用的技术也列入考虑范畴。美国目前通用的5级难度系统，是由塞拉俱乐部（Sierra Club）基于欧洲登山先驱威洛·维曾巴赫（Willo Welzenbach）在20世纪30年代提出的6级难度系统发展而来，其中：

1级——沿着已经存在的道路行进。

2级——在没有路的地方徒步，通常需要借助双手来维持平衡，例如穿越大块的乱石堆。

3级——需要借助双手才能完成的攀登，有可能会用到绳索。

4级——需要借助绳索才能确保安全。

5级——先锋攀登者需要在攀爬过程中设置保护点，但绳索和保护点只起到保护安全的作用，并不用于借力攀爬。

6级（已取消）——攀登者需要借助人工设置的保护点来借力攀爬。目前，“6级攀登”这个说法已经被“器械攀登”（Aid Climbing）所取代。

不使用器械借力的5级攀登称为自由攀登（Free Climbing）。只使用可移除的保护点，不借助铆钉、挂片等永久保护点，不对岩壁造成伤害的攀登称为清洁攀登（Clean Climbing）。在原本需要绳索保护的地形上不使用绳索进行攀登，称为无保护攀登（Free Solo）。尽管Solo一词有“单人攀登”的意味，但是无保护攀登并不一定是单人进行的。

绝大多数情况下，4级和5级地形上的攀登需要使用绳索、保护点和保护操作技术。第9章会详细讲述绳索方面的知识。第12章会介绍各种类型的保护点，第14章则会介绍使用绳索对攀登者进行保护（Belaying）的技术。相邻两个保护位置之间的攀登路段称为一个绳距，简称一段（Pitch）。绳距开始处设立的保护站（Anchor），是为了保护领攀者，而绳距结束处设立的保护站则是为了保护跟攀者。

在5级难度系统中，定级的主要依据是路线最难地段的难度和需要使用的技术。通常情况下，一条路线的首攀者拥有对路线定级的优先权，之后的攀登者都会尊重首攀者的判断。一条难度定级为“3级”的路线，有可能包含300米的3级地形，也可能只需要几个动作的3级攀登。更详细的资料可能会将路线描述为“绝大多数地段为2级地形，靠近顶峰处需要进行短距离的3级攀登”。路线定级通常只考虑攀登部分，不考虑进山过程，除非进山需要通过难度高于2级的地段。

在同样难度级别的地形上，不同的攀登者在不同情况下可能会使用不同的技术。“当时天已经晚了，所以我们决定把整条路线当成3级来攀登。”——这意味着说话的人没有使用绳索。“山脊上有积雪，所以我们开始结组前进。”——这意味着说话的人使用了绳索，尽管路线的难度级别可能在3级以下。通常情况下，路线的难度定级都是基于最理想的情况。主观危险和某些客观危险都有可能影响你在实际攀登中采用的装备和技术。

难度级别并不意味着一切。珠穆朗玛峰南坳路线的难度级别约为3～4级，夏尔巴人可以在8个小时之内登顶，商业登山队则需要数天时间。美国本土最高峰惠特尼峰（Mt. Whitney），海拔4418米，最简单的攀登路线难度为1级，长度达18公里，海拔爬升超过2000米，许多队伍都会花两天时间来攀登。在没有积雪的夏季，体能和状态较好的攀登者可以在11个小时之内登顶并下撤，优秀的越野长跑选手则只需要4个小时。所以说，一条路线的难度级别，并不能准确反映你攀登这条路线所需要的时间、技术和装备。

攀登运动的分类

经过多年来的发展，攀登运动已经演化为几大类。人工岩壁攀登（Gym Climbing）是相对于天然岩壁攀登而言，指在人工制造的岩壁和岩点上进行攀登。攀石（Bouldering）又称抱石，是指不利用绳索保护，在短而难的路线上进行攀登，可以在人工岩壁或天然岩壁上进行。采用绳索保护的天然岩壁自由攀登可分为两大类，其中运动攀登（Sport Climbing）是指在打好铆钉和挂片、无需领攀者沿途设置保护点的路线上进行攀登，路线的长度通常不超过一段；传统攀登（Traditional Climbing）则是指在沿途没有铆钉和挂片的岩壁上进行的攀登，领攀者需要沿途设置可移除的保护点（机械塞、岩塞等）。在一些攀爬活动较为频繁的传统攀登线路上，每一段的起点和终点设有固定的挂片或岩锥，方便保护和下降。攀冰（Ice Climbing）原本是指在冰壁上进行的攀登，如果路线上存在岩石地段，就称为混合攀登（Mixed Climbing）。器械攀登（Aid Climbing）是相对于自由攀登（Free Climbing）而言，指需要使用保护点借力上升的攀登。大岩壁攀登（Big Wall Climbing）指在较长垂直路线上进行的多段攀登，往往需要数天的时间，应用包括传统攀登、器械攀登在内的一系列技术。登山（Mountaineering）除可能用到攀岩攀冰技术之外，还有可能需要雪地行进和雪坡攀爬方面的技术。

YDS系统

5级难度系统开发出来之后不久，随着

越来越多的5级路线被完攀，人们开始意识到，1～5级的分类方式太过粗略，不足以表现攀岩路线的难度区别。1956年，加州南部攀岩胜地塔奎兹（Tahquitz）出版的攀岩手册最早提出了“10段系统”的概念，把5级难度分为10段，分别标为5.0至5.9。在那个年代，人们觉得5.9的难度已经是不可逾越了。10段系统很快被引入加州中部的大峡谷地区，因在优胜美地（Yosemite）国家公园的应用而被人们所熟知，所以这一系统通常被称为“优胜美地10段系统”（Yosemite Decimal System），简称YDS系统。随着攀岩运动的发展，5.9级别的路线越来越多，越来越难，因为攀岩者们都不愿把自己首攀的路线定级为5.10。最终，在1967年，塔奎兹的攀岩者又一次做出了创举，把一条高难度的自由攀登路线定级为5.10（该路线之后又经过重新定级，按照目前的标准，难度级别为5.11a），从而打破了10段系统的上限。今天，最优秀的攀岩者已经可以完成难度达5.15的路线。

在YDS系统中，难度级别越高的路线，难度差异也就越容易区分。5.1和5.4之间的界限很难把握，5.10以上的路线则可以进一步细分为a、b、c、d四个级别。通常意义上的“攀登难度”是从5.6开始的。我自己进行的实验表明，通常情况下，身体协调性较好、没有接受过任何攀岩训练的青少年，在穿着普通运动服和运动鞋的情况下，只需要一次尝试就可以顶绳完攀（但是不能先锋完攀）5.6的路线；而在高山上，5.6已经算是相当高的难度了。所以说，登山运动的困难通常并不在于攀登难度，而在于技术难度（设置保护、调整保护站、打绳结等）、主观危险（选择路线、规避落石、雪檐行军等）和心理上的挑战（暴露感、孤独感等）。你在高山上所能领攀的最高难度，通常比你平时的攀岩能力至少要低2个级别，也就是说，如果你在打好挂片的运动攀登线路上可以领攀5.10，那你到了高山上通常只能领攀5.8。

自由攀登与器械攀登的难度是分开来标记的，例如，某条路线的难度可能会被标为“5.9 A2”，其中5.9是路线上自由攀登部分的难度，A2则是器械攀登部分的难度。器械攀登已经发展为一项成熟的攀登运动，具有专门的装备、操作和难度系统，通用的难度分级为A0至A5。其中，A0指利用固定在可靠保护点上的绳索承担体重，不作出发力上升的动作。A1指保护点容易放置且可靠性较高，上升动作较为容易。A2指保护点基本可靠，但在某些路段可能不容易放置。A2+以上的难度需要专门的器械攀登装备和操作，而且速度一般较慢，很少在登山过程中应用。

攀冰难度

攀岩难度分级总是带有一定的主观性，攀冰难度则更是如此。攀冰运动最大的乐趣之一，就在于线路的时常变化，而要对时常变化的冰壁路线作出准确的定级，几乎是不可能的事情。所以，攀冰运动中的难度分级比攀岩要宽泛得多，纯粹的冰壁难度只有8个等级，标为WI或AI 1至8。WI代表水冰（Water Ice），即流水在寒冷环境下冻结形成的季节性冰壁，AI则代表高山冰（Alpine Ice），即终年不会完全融化的永久冰或冰川冰。登山路线资料中的攀冰难度，并不包括跨越冰川背隙（Bergschrund）的难度，因为背隙部位的地形随时都会发生变化，而且受天气和雪况的影响非常严重——攀爬难度有时是AI1，有时是WI5，有时则根本不可攀，你只能改从旁边的岩壁绕上去。

各难度级别的定义如下：

WI1/AI1——基本是冰坡，需要冰爪，但是不需要冰镐。

WI2/AI2——坡度约为60°～70°，需要一支冰镐。

WI3/AI3——坡度达 70° ～ 80°，冰况良好，攀爬较为容易，保护和休息位置也很容易寻找。攀爬需要两支冰镐。难度数字在 3 以上的高山冰，通常都是由冰川融水重新冻结形成的季节性冰壁，所以 AI 难度数字通常只到 3 级，以上只有 WI 难度。

WI4——平均坡度最高可达 85°，攀爬时的感觉如同攀爬直壁，但是冰况良好，容易设置可靠的保护点，保护位置也比较容易寻找。

WI5——部分路段为 90° 的直壁，其余部分也接近垂直，需要较好的耐力。

WI6——非常陡峭，冰况较差，保护点较不容易设置，需要很好的体力与技术。

WI7——非常陡峭，可能包含仰角，很难寻找合适的镐点和脚点，很难设置可靠的保护点，具有相当的危险性。

WI8——冰况极差，与岩壁的连接很不紧密，几乎无法设置保护点，需要极高的体力与技术，可能需要进行混合攀登。

对于混合攀登路线，可以对其中的岩壁和冰壁路段分别用 YDS 和 WI/AI 系统定级，也可以用 M 系统直接定级。岩壁与冰壁混杂交错的路线，以及需要进行干式攀登（Dry Tooling，使用冰爪和冰镐在岩壁上进行攀登）的路线，更适合用 M 系统定级。M 系统从 M1 开始，目前的最高难度约为 M12 ～ M13。M 系统与 YDS 和其他攀岩难度分级系统的换算关系目前仍在争论之中。

攀冰难度通常用阿拉伯数字书写，有时也会使用罗马数字，这与我接下来要介绍的登山路线级别并不是一回事。后者所描述的主要是登山路线的偏远程度，对攀登者投入程度的要求，进山和下撤的难度，攀登难度与客观危险等。

登山路线级别

对于登山路线，难度分级系统只能描述最难地段的攀爬难度，至于整条路线的困难程度，则需要用另外的系统来描述。美国国家攀登等级系统（National Climbing Classification System，简称 NCCS）设立了一套 I 至 VII 级的级别体系，专门用来描述登山路线的困难程度。这一系统综合考虑了登山路线的最大攀爬难度、平均攀爬难度、路线长度和其他因素。级别越高的路线，对体力、技术和心理素质的要求也就越高。以下是各级别的大概情况：

I 级——需要几个小时的攀登时间，进山和下撤都没有难度。

II 级——需要半天左右的攀登时间，通常包括 2 ～ 3 段左右的技术攀登。

III 级——需要整个白天的攀登时间，进山路线可能比较漫长。

IV 级——高海拔、长距离的多段攀登，存在一定的危险性，至少需要一整天的攀登时间。

V 级——高海拔、长距离、强度较高的多段攀登，存在较大的危险性，需要一天以上的攀登时间，通常需要露营。

VI 级——高海拔、高强度的攀登，可能需要进行器械攀登，需要两天至几个星期的攀登时间。

VII 级——高海拔、高强度、高危险性的极限攀登，可以参考梅斯纳尔的著作《第七级》（*The Seventh Grade*）。

登山路线级别经常与攀爬难度分级共同使用，例如，一条路线可能会被标为“III 级，5.9，A1”。许多开辟已久的热门路线，在经过重新定级之后，级别都会有所下降，这既是因为人们积累了更多的攀登经验，更懂得规避路线上的各种风险，也是因为攀岩与攀冰运动的不断发展。

其他资料

以上介绍的是美国大部分地区通用的难

各种攀登难度分级系统对照表					
YDS	法国	澳大利亚	南非	德国（UIAA）	英国
5.1	2	7	8	III−	M
5.2	2+	8	9	III	D
5.3	3	9/10	10	III+	VD 3a
5.4	3+	11	12	IV−	VD/HVD 3b
5.5	4	12	13	IV	HVD/S 3c
5.6	4+	13	14	IV+/V−	MS 4a
5.7	5a	14/15	15	V−/V	S/HS 4b
5.8	5b	15/16	16	V+/VI−	HS/VS 4b
5.9	5c	17	17/18	VI−/VI	HVS 4c
5.10a	6a	18	19	VI/VI+	HVS 5a
5.10b	6a+	19	20	VII−	E1 5a
5.10c	6b	20	21	VII−/VII	E1 5b
5.10d	6b+	20/21	22	VII/VII+	E2 5b
5.11a	6c	21	22/23	VII+	E2 5c
5.11b	6c/6c+	22	23/24	VIII−	E3 5c
5.11c	6c+	22/23	24	VIII	E3 6a
5.11d	7a	23	25	VIII/VIII+	E4 6a
5.12a	7a+	24	26	VIII+	E4 6b
5.12b	7b	25	27	IX−	E5 6b
5.12c	7b+	26	28	IX−/IX	E5/E6 6b
5.12d	7c	27	29	IX/IX+	E6 6b
5.13a	7c+	28	30	IX+	E6 6c
5.13b	8a	29	31	X−	E7 6c
5.13c	8a+	30	32	X−/X	E7 7a
5.13d	8b	31	33	X/X+	E8 7a
5.14a	8b+	32	34	X+	E8 7b
5.14b	8c	33	35	XI−	E9 7b
5.14c	8c+	34	36	XI	E10 7b
5.14d	9a	35	37	XI+	E10 7c
5.15a	9a+	36	38	XI+/XII−	E11 7c
5.15b	9b	37	39	XII−/XII	E11 8a
5.15c	9b+	38	40	XII	E11 8b
5.15d	9c	39	41	XII+	E11 8c

资料来源：

www.rockclimbing.com/Articles/Introduction_to_Climbing/Difficulty_Grades_and_Conversions_529.html

度分级系统，只能表现攀登路线最基本的难度、强度和危险性信息。在登山运动较为发达的地区，当地登山者往往会整理各条路线的具体资料，如不同水平的登山者需要的天数、路线的暴露程度、对体力的要求、最合适的攀登季节、技术路段的图片等。去这些地方登山之前，最好能花些时间收集这样的资料。

美国以外地区

欧洲、澳大利亚等地区都有自己的攀登难度分级系统，那里的攀登者可能对这里介绍的分级系统并不熟悉，甚至完全没有了解。其中，英国的难度分级系统可能是全世界最复杂的，仅针对攀岩就存在难度形容系统（Adjectival Grades，将攀登难度从低到高分为M、D、HD、VD、HVD、S、HS、VS、HVS、E1–E12诸级别）和技术分级系统（Technical Grades，书写形式为阿拉伯数字+字母a/b/c，如6b、7c等，但不存在+号，这与法国攀岩难度系统有所不同）两种分级方式。在阿尔卑斯山区，登山路线通常使用法国登山难度系统（French Alpine Grades）进行分级，级别从低到高分为F、PD、AD、D、TD、ED、ABO等。各难度系统之间的换算关系可以在网上查到。

难度分级对登山运动的意义

任何攀登难度分级系统都带有很大程度的主观成分。设计难度分级系统的目的，并不是为了追求更高的准确度，而是为了更好地适应新开发出来的路线。新路线的难度级别，通常是首攀者根据以往攀爬过的路线级别定出的，不同的攀登者对同一条路线的定级可能会相差很大。一些攀登者习惯把新路线的级别定得比较低，另一些攀登者则倾向于定出更高的级别。许多1970年之前开辟的路线，当时的定级都比按照今天的常用标准定出的级别要来得低。

在美国，许多最难的高山攀登路线，其攀爬难度定级都是5.9，这一方面有上文提到过的历史原因，另一方面也是因为5.9是多数登山者在高山上能够自由领攀的最高难度，如果路线的攀爬难度超过5.9，绝大多数登山者都会开始转用器械攀登。攀岩者往往会追求绝对的自由攀登，拒绝用绳子或保护点借力，登山者在这一方面的把握则要宽松得多。

暴露程度

影响登山路线总体难度的因素有很多，包括攀爬难度、攀登和下撤路线的长度、山区的偏远程度、海拔、高山环境等。其中，暴露程度（Exposure）或许是最难通过难度分级系统反映的影响因素。

所谓暴露程度，是指路线给攀登者造成的暴露感，以及随之而来的心理压力。如果脚下是"万丈深渊"，攀登者通常会感到紧张，影响攀爬和操作的效率。米兰·昆德拉在《生命不能承受之轻》里写道："恐高症并不是害怕坠落，而是害怕控制不住我们自己心里那种飞身扑向深渊的冲动。"不知道昆德拉本人有没有过高山攀登的体验。

暴露感会导致典型的恐惧反应：口干舌燥，手心出汗，精神状态发生变化。所有人都会或多或少受到恐惧的影响。有些人会因为恐惧而变得更加专心致志，集中注意力解决眼前的问题，对于这样的人来说，恐惧的影响是积极的。另一些人则会因为恐惧而不知所措，甚至手足发软、动弹不得，对他们来说，只有克服恐惧才能继续正常的攀登。

通常情况下，登山者的经验越丰富，就越不容易受到暴露感的消极影响。少数登山者学会了把暴露带来的恐惧转化为动力，越是在常人觉得危险的地方，他们就越兴奋。有人说，越是恐高的人，从登山运动中得到的收获就越大，而越是不恐高的人，能从登山过程中学到

的东西就越多。总之，这是一件因人而异的事情。

3级攀登是什么样的

假设你的搭档打电话过来，对你说："咱们去登杀人峰（Widow Maker Peak）怎么样？我听说路线难度只有3级。"你能凭此判断路线的实际难度和攀登时间吗？不能。3级这个数字唯一的意义就是，过去攀登过这条路线的某一个攀登者——很可能是首攀者——认为，路线上有些部分需要手脚并用的攀爬，但是不需要绳索保护。

你所要做的第一件事就是尽可能搜集资料，了解路线各段的地形，以及需要进行3级攀登的长度——究竟只是几个攀岩动作，还是一整条狭窄、陡峭、暴露的刃脊。路线上是否有积雪，会不会对攀登造成影响？进山过程中会不会遇到落石、过河等客观危险？路线是由哪些人在什么时间首攀的？有没有详细的攀登报告和图片，如果有的话，写报告的人是在什么时间进行攀登的？能不能找到山峰地区的等高地形图和路线的示意图？营地位置在哪里，附近有没有合适的水源？这些都是你必须考虑的问题。

只有在收集了足够的信息，并且进行过充分的分析之后，你才能确定杀人峰的攀登路线究竟是什么样子，是否在你们的能力范围之内，是否值得你们花时间去攀登，应该携带哪些装备物资，如何着装，等等。或许你的搭档恐高比较严重，所以如果攀登报告里提到"超级刺激的暴露感"，那你们最好带上绳索以防万一。或许攀登报告上说，某些路段尽管可以无保护攀登，但是最好使用绳索下降。不管怎样，绳索的重量绝对不能忽略不计，更不用提安全带、下降器等附属装备，所以你只有在了解到足够的情况之后，才能决定究竟需不需要携带绳索。冰爪、冰镐、头盔等装备的情况也是一样，单凭"3级"这个简简单单的数字，并不足以判断这些装备究竟是不是必需的。

路线级别的判定，往往是综合考虑攀爬难度、所需操作和装备的结果。一条定级为3级的路线，可能需要运用5级的攀爬动作，之所以定级只有3级，可能是因为路线短、海拔低、暴露感弱、危险性小等其他原因。同样是定级为3级的路线，可能简单得让你根本不屑于攀登，也可能让你体验到从未有过的艰苦和绝望。无论是尽可能搜集详细的信息，还是多做些准备以防不测，决定权永远在于你自己。

4级攀登是什么样的

在过去，4级攀登的定义是"需要绳索但不需要中途设置保护点的攀登"，也就是领攀者在无保护的状态下拉着绳索进行攀登，然后再保护跟攀者上来。人们最初采用这种攀登方式的时候，最好的绳子也不过是马尼拉麻绳，岩锥和铁锁都还没有发明出来，更别提容易放置、容易拆除的现代岩石保护装备了。"领攀者绝对不允许坠落"的说法，就是在那个年代诞生的，因为没有保护，一旦领攀者脱落或滑坠，连在绳子上的所有人都会跟着坠落下去。这样的攀登方式在今天已经没有任何存在的必要，即使在雪坡上也是如此。攀登途中设置的保护点，不仅可以保障安全，还能起到引导绳索走向的作用，并且可以同时为领攀者和跟攀者提供保护。

事实上，3级、4级和5级地形之间尽管有难度、暴露程度和保护方式方面的区别，却并没有清楚的界限——至少我是这么认为的。进行3级攀登时，偶尔也需要使用绳索，对领攀者进行保护，尽管需要保护的路段通常都很短，甚至只是一两个攀登动作。进行4级攀登时，绝大多数攀登队伍都会使用绳索，但是领攀者设置中途保护点的目的只不过是为了保护某些特别艰难或是特别暴露的路段，保护点的数目通常不会很多。进行5级攀登时，攀爬难度并不一定比4级攀登更大，但是难度的分布

更连续，领攀者坠落的可能性更高，通常需要更多的中途保护点。无论是3级、4级还是5级攀登，都有可能需要用到多段操作技术，每隔一定距离设置保护站，也有可能只需要行进间保护（Running Belay）。登山运动对操作方式的要求，通常并不是严格的、界限分明的，而是灵活的、可以随机应变的。

只要你决定使用绳索进行保护，就必须意识到这样的攀登与无保护攀登完全不是同一个概念，无论路线难度究竟是3级、4级还是5级。为领攀者做先锋保护时，无论攀爬难度究竟如何，都必须首先建立可靠的保护站。只有具备足够的攀爬和操作能力、能够适应暴露感的人，才能担任领攀者。跟攀者则必须掌握保护技术，必须懂得如何设置和拆除保护点，如何使用绳索下降。

如果你打算攀爬难度为4级的路线，那么除非有确切的资料可以表明不需要使用绳索，或者你原本就打算采用无保护攀登的方式，否则一定要携带绳索和相关装备，因为这些东西你几乎一定会用得上。必备的装备包括安全带、扁带或绳套、铁锁、适合目标路线的保护器材、攀岩鞋或高山靴等。4级路线可能比3级路线更不容易辨认和判断，或者有更多的客观危险。有绳索保护的攀登，必然比无保护攀登要花更长的时间，有时攀爬一段绳距需要1个小时左右。装备越多，负重越大，攀登速度就越慢。

另一方面，经验和能力足够的攀登者，也可以选择采用无保护的方式攀登4级甚至5级路线、冰坡和冰壁等。这样负重更轻，操作更简单，速度更快，效率更高，前提是你有充分的把握。如果你是和别人搭档攀登，就必须考虑他们的意见，因为队伍的安全和效率是由所有的攀登者共同决定的。

在3级、4级和较容易的5级登山路线上，最大的困难并不在于攀爬难度，而是决策、风险管理、技术操作、人际交流等诸多复杂的因素。这也是整本书接下来的主题。

绳索使用的原则

登山运动的基本原则是，如果队伍里任何一个人觉得有必要使用绳索保护，就应该使用绳索保护，其他人无权说三道四。使用绳索确实会花费很多时间，拖慢队伍的行进速度，但是总比无保护坠落要好。或许你将来再也不会跟那个人一起出去登山，但在山上，当他要求使用绳索的时候，你应该无条件满足他的要求。



9 绳索

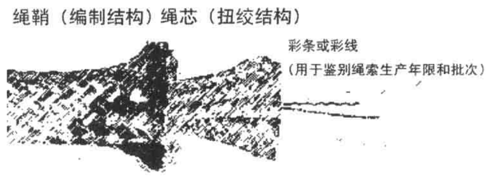
“再没有什么比一卷绳子更适合作为登山运动的象征了。绳索的携带和使用，是区分‘登山’与‘爬山’的标志。”

基本知识

绳索的选择和使用是登山运动的基础。选择适合登山的绳索并不是一件容易的事，因为绝大多数所谓的“通用攀登绳”都是为攀岩运动设计生产的，也有少数款式专门用于人工岩壁、攀冰或高山向导工作。要想做出最合适的选择，必须首先弄清楚你自己的需求，以及绳索各项性能指标的意义。

芯鞘结构

所有现代攀登绳和辅绳都采用芯鞘(Kernmantle)结构，由绳芯和绳鞘两部分构成，大部分绳索的绳芯和绳鞘成分均为尼龙。绳芯纤维经过致密处理后，扭绞制成具有较好弹性的多股绳芯，这就是攀登绳能够吸收冲坠能量的主要原因。绳鞘约占绳索总重量的1/3，其主要作用为保护绳芯、改善绳索手感，但也提供一定的强度；如果没有绳鞘，单用绳芯承受冲坠，绝大多数攀登绳连一次冲坠测试都无法通过。不同的绳鞘编织方式可以提供不同的摩擦力和柔软程度。



绳索的芯鞘结构

动力绳与静力绳

攀登绳可分为动力绳与静力绳两大类。很久以前，攀登绳索的缓冲能力很差，比较严重的坠落很容易导致绳索产生相当大的拉力，致使保护点失效，攀登者的身体受到伤害，甚至把绳子冲断。后来，具有缓冲能力的绳索得到了发明和推广，国际登山联合会（UIAA）因此制定了12kN（相当于质量约1200公斤的物体所受重力）的最大冲击力标准，规定在攀

登者发生严重冲坠时，绳子上的拉力（也就是绳子对攀登者的作用力）不得大于这个值，因为超过 12kN 就会损伤攀登者的身体。这样的攀登绳称为动力绳（Dynamic Ropes），最适合用于先锋攀登，因为无论领攀者发生什么样的冲坠，绳子上的拉力都不会超过 12kN。另外一些设计用于探洞、救援、速降、溪降、拖拽、顶绳攀登、固定路绳、冰川结组行军等活动的绳索，则不具备如此之高的缓冲能力，因为这些活动不涉及严重的冲坠。这样的绳索成称为静力绳（Static Ropes）。静力绳的延展性约为动力绳的 1/3，在同样冲坠情况下的拉力约为后者的 2 倍，所以相对较不适用于先锋攀登，但在很多其他场合均可使用。许多攀登者对动力绳都具有不切实际的迷信，似乎只有用动力绳才能进行攀登，但是实际上，只要冲坠系数不大于 1，静力绳就没有问题（冲坠系数的概念会在第 11 章中详细讲解）。静力绳因为不需要很好的延展性，所以绳鞘可以做得更紧密，耐磨性也更好。动力绳与静力绳很容易区别：按照攀登绳索生产业的行规要求，所有的静力绳必须是黑白两色，动力绳则可以采用任何颜色。

辅绳与扁带

辅绳（Cord）虽然也具备芯鞘结构，但是通常延展性很低，因为在绝大多数需要使用辅绳的场合，都要求延展性越低越好。另一方面，延展性低也导致辅绳的缓冲性能较差。扁带（Webbing/Tape）并不具备芯鞘结构所固有的缓冲性能，但是 100% 由尼龙制成的扁带，其延展性和缓冲性并不比一般的静力绳差，这是尼龙的物理性质决定的。至于那些由 Spectra、Dyneema 等高强度新材料制成的扁带，则几乎不具备任何延展性与缓冲性。

单绳、半绳和双子绳

攀登用的动力绳按照使用方式可分为三类：单绳（Single Ropes）、半绳（Half Ropes）和双子绳（Twin Ropes）。单绳又称为主绳，是最常见的攀登绳索类型，绳头胶带上的标记符号为①。

攀登绳和其他攀登装备都需要通过国际标准认证，才能在市场上销售。CE表该装备已通过欧洲统一认证标准（Conformité Européene），符号后面的数字则是认证机构代码，没有特别的意义。EN 是欧洲标准（European Norm）的缩写，代表该装备已通过欧洲标准化委员会（Comité Européen de Normalisation，简称 CEN）检验认证。UIAA 是国际登山联合会（Union Internationale des Associations d'Alpinisme）的缩写，代表该装备符合国际登山联合会制定的认证标准。ISO 9000 和 ISO 14000 都是通用国际标准体系编号，与装备本身质量并没有关系，只代表该装备的生产和检验过程符合相应的国际标准。

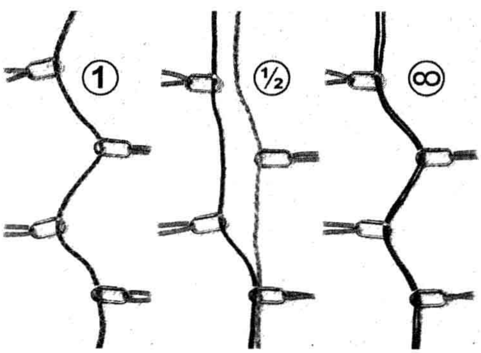
半绳：用于双绳技术

半绳是常见程度仅次于单绳的绳索类型，其设计目的是用于双绳操作技术，所以过去也被称为双绳（Double Ropes）。使用双绳技术进行先锋攀登时，两条绳索同时使用，同时扣进第一个保护点，之后的每个保护点只扣进一条绳索。这样就可以巧妙调整绳子走向，减少绳子上的摩擦。由于双绳操作同时用两条绳索作为保护，绳子在岩石边缘割断、被落石砸断、被冰镐打断的风险都较低。半绳的延展性和缓冲性能通常比单绳要好。领攀者发生冲坠时，半绳受到的拉力通常比单绳更低，这通常并不是因为半绳缓冲性更好的缘故，而是因为半绳更细，保护者的手套产生的摩擦更小，所以更容易做出动态保护动作（Dynamic Belay，保护者放出一定长度的绳子，靠保护器的摩擦吸收更多的冲坠能量）。半绳绳头胶

带上的标记符号为 ½ ，其测试标准与单绳略有区别。

双子绳

双子绳又称为对绳，是最为罕见的绳索类型，但也受到一些优秀登山者的青睐。双子绳比单绳和半绳都要细，必须两根并在一起使用，同时扣进每一个保护点。相比单绳，双子绳更不容易同时被岩石边缘割断（登山运动史上从来没出过两根双子绳同时被意外割断的事故），而且可以直接用于整绳长的下降，无需额外携带下降用的辅绳。双子绳绳头胶带上的标记符号为∞。同样长度下，两条双子绳的总重量比一般的单绳略重，比两条半绳轻。在过去，双子绳在同样情况下的冲坠拉力比单绳要大，但是新的设计已经把冲坠拉力降到了一般单绳的标准。购买和使用半绳与双子绳时，应该选择同一品牌、同一型号、同一批次的两条绳子。



单绳、半绳和双子绳

除了单绳、半绳、双子绳的标记之外，攀登绳索的绳头胶带上还可能有其他标志。Ⓒ是溪降（Canyoning）专用绳索的标志，这样的绳子潮湿时仍能维持足够的摩擦力。⓪是旅游和高海拔徒步专用绳索的标志，这样的绳子通常短而轻，不适合承受冲坠。绳头胶带上的信息通常还包括绳长、直径、生产厂商、生产年限等。

哪些参数无所谓

绳索具有多方面的性能参数，那么，究竟哪些参数才是登山者需要考虑的呢？要回答这个问题，首先要弄清楚哪些参数是完全不重要的。不重要的参数包括绳索的标称直径、最大标准冲坠次数、延长度、最大承受力等。绳索的重量对登山者至关重要，因为负重的增加直接意味着行进速度减慢、安全性下降，所以登山者应使用单位长度重量更轻的绳子。厂商可以通过减少绳鞘厚度来达到减轻重量的目的，但是绳鞘越薄的绳子耐磨性就越差，使用寿命也就越短。经常承受冲坠的攀登绳（例如频繁用于运动攀登的绳索）很容易老化，具体表现包括绳体变硬、芯鞘脱离等，但是用于登山运动的绳索则很少会承受冲坠。如果你经常在高山上冲坠，那你要么是对安全的认识有问题，要么就是经常攀爬高难度的高山岩壁；如果是后一种情况，那本书并不适合你，你应该去找更专业的技术书籍来看。登山绳的使用损耗主要来源于绳鞘磨损，而在绳鞘磨穿之前，绳芯并不会受到影响。要想增加登山绳的使用寿命，最好选择绳鞘厚一些的绳子，然而绳鞘越厚就意味着重量越重，你必须自己权衡利弊。

究竟有多粗

人们讨论绳索性能参数时，最常提到的参数就是直径，然而，直径却是所有性能参数之中最不可靠的。不同厂商测量直径的标准并不相同，而且测量值通常与实际值相差较大，所以不同厂商推出的两款 9.1 毫米绳索，甚至同一厂商推出的两款 9.1 毫米绳索，其实际直径往往并不相同。你自己也很难测量绳子的直径，因为绳子的截面并不是完美的圆形，经过使用特别是下降之后还会进一步变形。厂商标称的绳索直径通常精确到 0.1 毫米，相当于一根头发的直径，而绳索变形导致的直径变化往往会超过这一量级。

真正重要的并不是绳子的直径，而是单位长度重量。较重的单绳可能会达到 80 克／米，最轻的单绳则只有 55 克／米，最轻的双绳已经接近 40 克／米，双子绳则只有 35 克／米（一些登山者把这样的绳子戏称为“牙线”）。需要注意的是，厂商提供的绳索单位重量数值是在绝对干燥的情况下测得的，而实际情况下，尼龙会吸收空气中的水分，所以绳索的实际单位重量会比标称值高几个百分点；另一方面，绳子出厂时的长度通常比标称长度要长几个百分点，最多可长 25%，这是为了让绳子吸水收缩后仍能维持足够的长度。所以，用标称绳长乘以标称单位重量计算出的绳子总重量，通常比实际重量要轻一些。

最大标准冲坠次数

最大标准冲坠次数也是你不需要考虑的参数之一。对于单绳，“标准冲坠”是指冲坠系数为 1.78、冲坠物重 80 公斤、有效绳长为 2.6 米时的冲坠，而最大标准冲坠次数则是指绳索同一点在冲坠时承受 1 厘米宽的岩石边缘切割，失效之前能够承受的标准冲坠次数。对于半绳，除冲坠物重 55 公斤之外，其他条件基本不变。双子绳则是两股绳同时接受测试。之所以制定这样的标准，主要是为了让不同测试机构对同一款绳子做出的测试结果相一致。由于测试标准实在太过严格，绳子在实际情况下不可能面临如此严重的考验，所以测试结果对登山活动的意义并不大。按照 UIAA 101 和 EN 892 认证标准，单绳与半绳能够承受的最大标准冲坠次数至少为 5 次，双子绳为 12 次。所有带有 UIAA 或 EN 标志的绳子都符合这一标准。

如果你的绳子曾经历过大强度、高冲坠系数的先锋冲坠，并且有绳身变硬或变扁、绳芯粗细不均、严重扭结等现象，那就必须换用新的绳子。通常情况下，在 4 级和较容易的 5 级地形上进行的登山活动中，绳子几乎不可能经历这样的冲坠。5 次标准冲坠已经非常多了，即使最大标准冲坠次数再高，也并不一定意味着绳子在实际应用中的表现更好——即使是绳索厂商也承认这一点。

测试表明，在顶绳攀登中用保护器把攀登者从高处放下，会导致绳索能承受的最大标准冲坠次数明显下降。曾在顶绳运动攀登中使用过数天的绳索，即使没有发生过任何严重的冲坠，最大标准冲坠次数也会下降一半以上。结论是，尽量用旧绳子进行顶绳攀登，把新绳留到先锋攀登时使用；如果用新绳子进行运动攀登，最好在到达顶环之后自己用下降器下降，而不是让保护者把你放下来。然而事实上，几乎没有任何人会这样做。

UIAA 曾进行过这样的破坏性测试：完全模拟实际攀登中严重先锋冲坠的情况，用同一段绳子承受冲坠，直到绳子绷断为止。实验结果是，绳子在承受过 100 多次冲坠后，已经严重变扁，中间部分被快挂锁磨得漆黑；承受过 200 多次冲坠后，绳鞘终于破裂，之后绳芯才绷断。登山运动中使用的绳索，当然绝不可能承受如此频繁的严重冲坠。虽然你的绳子会因为下降和拖拽而磨损，会丧失一定的强度，但你大可不必担心。

绳索延长度

那么，绳子受力延长的情况又如何呢？绳索的延长度通常用两个参数来描述，即动态延长（重 80 公斤的重物发生系数为 2 的冲坠时，绳索的最大延长比率）和静态延长（静态悬挂 80 公斤重物时，绳索的延长比率）。延长度参数描述的是新绳的情况；绳子经过使用之后，延展性和缓冲性会逐渐下降。动态延长度是冲坠时绳索受力大小的决定因素之一。动态延长度越大的绳子，缓冲性就越好，同样冲坠下的拉力也就越小；另一方面，绳索延长度越大，冲坠距离也就越长。单绳在冲坠测试中可达到 30% 以上的延长度。UIAA 规定，绳索的最大动态延长度不得超过 40%，某些款式的单绳已

经接近了这一数字。由于绳索延长度的原因，顶绳攀登者发生起步坠落时常常会直接摔到地上，即使保护者已经收紧了绳子。这就是人工岩壁和室内攀岩馆通常使用静力绳进行顶绳攀登的原因。登山过程中，冲坠的最大危险往往并不在于绳子的拉力，而在于坠落者可能会在绳子绷紧之前就摔到岩石或冰面上。动力绳在承受 80 公斤重物时，静态延长不允许超过 10%。绳子的延展性和直径、最大标准冲坠次数一样，都是登山者通常不需要考虑的因素。

最大承受力

攀登用动力绳的最大承受力通常并不会在绳头胶带上标称出来，静力绳、辅绳和扁带则往往会标明最大承受力。在攀登过程中，绳子因为受力过大而绷断的情况是不可能出现的。攀登绳的最大承受力通常在 30kN 左右，比保护点和攀登者身体的最大承受力要大得多。根据 UIAA 的统计结果，现代登山运动历史上从未出现过任何一例攀登绳单纯因为受力而绷断的情况。之所以会出现绳索断裂的事故，不是因为绳子受力时遭到锐利边缘的切割，就是绳子恰巧被落石击中。

哪些参数是关键的

那么，对登山者来说，攀登绳索的哪些性能参数是最关键的呢?

冲击力

绳索的冲击力参数（Impact Force），是指新绳在承受 80 公斤重物系数为 2 的冲坠时，绳子上的最大拉力值。现代单绳和双子绳的冲击力参数通常在 10kN 以下，半绳的冲击力参数则更低一些。由于最大冲击力总是比绳子的最大承受力低一半以上，所以绳子在任何情况下都不会单纯因受力而绷断，这就是最大承受力参数没有意义的原因。

冲击力参数越低的绳索，缓冲性能就越好，发生冲坠时的拉力也就越低——这就意味着攀登者身体和保护点受到的冲击力都比较小，这一点对于登山运动和传统攀岩尤其重要，因为保护点并不总是可靠的，而且绳索与岩石的摩擦会减少实际承受冲坠的有效绳长，导致冲坠系数增大，对保护点造成更大的冲击力。

抗剪切能力

绳索的抗剪切能力对登山者也很重要。标准冲坠测试使用的是 1 厘米宽的边缘剪切，而岩石断面的锋利程度往往要大得多。攀登绳索的抗剪切能力很难测试，过去的 UIAA 108 测试标准曾包括这方面内容，但现在已经撤销，因为那些在测试中表现最好的绳索，往往不是太硬（为了增加强度）就是太软（为了吸收冲击力），真正使用时的手感并不好。

手感

尽管绳索的手感无法用确定的性能参数来描述，但却非常重要。太硬或太涩的绳索都会影响手感，让你在进行保护、下降、打绳结、收绳等操作时感到不自在。有些厂商会用绳结直径（在新绳上打一个单结，悬挂 10 公斤重物时，单结结目的直径）来描述绳索的柔软程度，绳结直径越小的绳子就越软。不过，更软的绳索并不一定手感更好，最重要的还是你自己的感觉。绳芯与绳鞘在受力时的相互位移，也是能够表现绳索手感的参数之一，绝大多数现代攀登绳都号称零位移。

通过调整芯鞘比例、绳鞘硬度、编织方法、绳芯松紧程度、绳芯材料热处理参数等一系列参数，绳索厂商可以设计出不同性能的绳索，用于不同风格的攀登。因为所有攀登用动力绳的材质都是尼龙，所以某些方面的性能优势必然意味着另一些方面的不足，例如越结实的绳子越重，缓冲性越好的绳子越容易延长

等。没有任何一款绳子能够适用于所有类型的攀登，你必须根据自己的需要做出选择。

防水处理

攀登绳的防水处理，通常都是在绳鞘表面覆盖硅基树脂、特氟龙等防水涂层，达到一定程度的抗水性。UIAA 的测试结果表明，那些号称“防水”的绳索中，只有少数真正具有抗水性能，而且浸泡在水中时，无论是防水绳还是普通绳索都一样会湿。有些厂商会对绳芯和绳鞘都进行防水处理，达到更好的抗水性能。绳索经过使用后，防水涂层通常会逐渐磨损失效。极少数厂商声称，他们生产的绳子经过特殊处理，具备永久的抗水性，但是原理和工艺“均属商业机密不便公开”，所以也无从验证他们的说法。在洗涤绳索时加入通常用于冲锋衣表面的拨水剂，可以增加一定的抗水性，但是拨水剂的价格很贵，并且用在绳子上的效果也并不十分理想。

绳索浸湿后不仅重量会增加，强度也会降低。浸透了水的绳索，重量会增加 50% 以上，也就是绳子里的水比你水壶里的水还要多。UIAA 测试表明，浸透水的绳索能承受的最大标准冲坠次数会下降 60% 左右，这还是在水没有结冰的情况下。即使绳索只是稍微沾湿，最大标准冲坠次数也会显著下降。幸运的是，只要把绳子晾干，强度就会完全恢复。某些厂商声称，他们对绳子进行的防水处理能够减少尼龙纤维之间的摩擦，延长绳子的使用寿命，还能防止灰尘进入绳芯内部。这些说法并没有经过任何官方测试验证。

登山绳索推荐

绳索是登山安全系统中最重要的环节，是攀登者、保护点、保护者之间的联系。既然你已经了解了绳索的分类和各种性能参数的意义，就可以根据你自己的需求选择最合适的绳索。以下是我对登山用绳的推荐：

使用单绳

如果你已经拥有了一条长度 50 米，直径 10.5 毫米的单绳，而又不想在绳子上进一步投资——没有问题，带着你的绳子去登山就可以了。它可以完成你需要它完成的一切任务，只不过稍微重了一点（约 3.6 ~ 4.1 公斤）。即使是长度 60 米、直径 11 毫米的单绳（重约 4.5 ~ 5 公斤），也可以用于登山，前提是你的搭档答应背绳子。60 米的绳长越来越普及，许多运动攀登路线都需要 60 米的绳子，但是攀岩者并不喜欢粗绳。另一方面，高山向导和攀岩教练则更需要经久耐用的绳子，所以有可能会选择 11 毫米的粗绳。单绳在下降时需要对折，如果要进行多段下降，可以另外带一条较细的辅绳与攀登绳配合使用。

使用细绳

如果你的登山绳索主要用于 3 级和 4 级路线的攀登，可以选择一根经过防水处理的 50 米半绳，当作单绳使用。这样做的好处是重量更轻（一条 50 米半绳仅重 2.2 ~ 2.7 公斤），缺点则是绳索能够承受的冲坠次数更少，如果你经常发生系数较大的冲坠，绳子就会提前淘汰。在冰雪地形和较容易的岩石地形上，越来越多的攀登者开始倾向于使用单股半绳。半绳一般可以承受 3 ~ 5 次单绳标准测试冲坠，作为登山绳来说已经够了，因为登山绳的主要作用是保护和下降，不是承受冲坠。你也可以选择那种设计用于运动攀登、直径在 9 毫米左右的单绳，尽管其价格和重量都比同样长度的半绳要高，但是强度也要大得多。注意，这样的单绳之所以细，是因为绳鞘比较薄，所以其耐用性比一般的单绳差。一些厂商也专门提供重量轻、手感好、耐用性较高的单绳，例如 Mammut 出品的 Revelation 单绳（直径 9.2 毫米，重量 55 克 / 米，50 米仅重 2.75 公

斤）。使用细绳意味着保护和下降需要更加注意，因为细绳提供的摩擦力不如粗绳来得大；本书第六部分会深入讨论这一话题。登山过程中难免会接触冰雪，所以最好选择经过防水处理的绳子，尽管其价格要高一些。

体重较轻（55 公斤以下）的攀登者最好将单股半绳当作单绳使用，因为半绳的缓冲性更好一些，而体重轻的攀登者身体往往也更脆弱，需要缓冲性较好的绳子。

使用短绳

如果你不需要进行较高难度的多段攀登或者长距离的下降，30 ~ 35 米的短绳就是很好的选择。你可以买一根 70 米单绳，然后从正中截断，也可以直接购买某些厂商提供的 30 米短绳。在 3 ~ 4 级岩石地形上攀登时，最主要的问题往往并不是绳长不够，而是绳子上的摩擦太大，或者横切路段太长，导致一次无法爬完一整段绳长。短绳不仅重量更轻，而且更容易整理，在下降抽绳时更不容易引起落石，也不容易在石缝里卡住。许多有经验的登山者在攀爬 4 级路线甚至较简单的 5 级路线时，都会使用 30 米甚至 25 米的短绳。你也可以携带两条 30 ~ 35 米的半绳，在攀爬和下降时都采用标准的双绳操作。

注意，当你需要在冰雪地形上进行多段攀登，或是需要进行多段下降时，短绳的优越性就荡然无存——前者是因为冰雪路线通常比较简洁，不容易磨绳；后者则是因为段数越多，操作越慢，需要携带的保护器材总重量也越大。如果绳子只是用于在冰川上结组行军，那么短绳就比长绳更方便，除非你认为有人可能会掉进冰裂缝，需要用到滑轮组救援技术。

携带辅绳

前面已经说过，单绳配上同等长度的辅绳，是登山者通常情况下的最好选择。辅绳直径最好在 6 ~ 7 毫米，这样既不会太重，又具有足够的强度，既可以配合攀登绳进行双绳下降，又可以用来拖拽装备。使用这一技术的前提是你必须熟悉相关操作。50 米长的 7 毫米辅绳，重量还不到 2 公斤，却能起到相当大的作用。第六部分会介绍具体的操作方法和注意事项。

双绳操作的问题

在我看来，双绳操作尽管有其安全方面的优越性，却并不像许多人推荐的那样，是登山者的最佳选择。之所以这样说，是因为双子绳系统与单绳 + 辅绳系统，都具备双绳系统的大部分优越性；换句话说，双绳系统的优越性主要在于携带第二根绳索，而不是用两根绳索同时攀爬。过去人们发明双绳操作的目的，是为了减少路线扭曲造成的绳索摩擦，但是在那个年代，用长扁带套连接绳索与保护点的做法还没有普及。今天，绝大多数攀登者都懂得在保护点与绳索之间加一条长扁带套，由此减少单绳或双子绳上的摩擦力。使用双绳操作进行高山攀登时，你经常会碰上只有一根绳索能提供保护的情形，换句话说，另一根绳索与拖拽绳并没有什么区别。那些扭曲程度较严重的攀爬路线，无论你是否采用双绳技术，都会在绳子上造成相当程度的摩擦。那种“左边扣一把锁，右边扣一把锁，再回到左边扣一把锁”的理想情况，几乎从来不会发生。长扁带套不仅可以减少绳索摩擦，还能避免保护点受到方向不合适的拉力而失效。即使是运动攀登路线，定线者也会尽可能合理安排挂片位置，减少绳子上的摩擦力，让双绳技术变得没有必要。

对大多数登山者来说，双绳系统不受推荐，还有更重要的一条原因：操作过于复杂。想象一下典型的双绳操作过程：保护者必须把两条绳子分别整理好，盘成彼此独立的两堆。（你当然也可以把绳子堆成一堆，但是这样就有可能弄乱，而且如果有落石击中绳堆，可能会把两条绳子同时打断。）领攀者开始攀登时，

首先在距离保护站最近的安全位置设置第一个保护点，把两条绳子同时扣进去，以免保护站承受系数为 2 的冲坠。此时，保护者需要让一条绳子比另一条松 10% 左右，否则如果发生冲坠，两条绳子同时均匀受力，总的缓冲性就会差得多。领攀者设好第二个保护点之后，需要大喊“红绳！”（我们假设两条绳子一红一绿），好让保护者知道该给哪条绳子。（这也是不宜使用黑色攀登绳的原因——“黑绳！”很容易被错听成“给绳！”）保护者要放松红绳，让领攀者可以把绳子扣进保护点，同时还要维持绿绳不动。扣好锁之后，领攀者开始继续攀登，保护者在领攀者腰部超过保护点之前，需要在给绿绳的同时收红绳，而在领攀者越过保护点之后，又要让两条绳子都处于适当的松紧状态。如果使用半扣结做保护，无论是用一把铁锁还是两把，都会让整个操作过程变得更加麻烦。

在整个攀登过程中，领攀者除了要考虑路线走向、保护点的位置、自己的攀爬节奏之外，还必须随时考虑两条绳子的位置关系，如果扣错了任何一条绳，就有可能导致摩擦变得非常大。如果领攀者和保护者之间无法有效沟通，就有可能导致争吵，例如“我说的是给另外一条绳，你这笨蛋！”领攀者设好保护站，开始保护跟攀者时，也必须一边收绳，一边把两条绳子分别理顺。

许多人认为，双绳系统可以让领攀者在横切路段为跟攀者提供更好的保护。要做到这一点，领攀者的保护位置必须比横切位置高很多，而要想到达这样的位置，领攀者在横切过程中，就只能通过一根绳索得到保护。换句话说，跟攀者的安全性是由领攀者安全性的牺牲换来的。此外，只要保护点设置得足够合理，单绳和双子绳也能顺利用于横切路段。

的确，你可以通过大量的训练，娴熟掌握在登山运动中使用双绳操作的技巧，问题在于，何必这么麻烦呢？双绳系统唯一真正的优势，是在于两条绳子被同时割断的可能性更小。（只有锋利的岩石边缘和冰镐才能割断绳子。冰爪踩在绳子上，通常并不会对绳子造成太大的损害。）此外，双子绳也具备跟双绳系统差不多的优势，而且能够承受的严重冲坠次数比单股半绳要多得多。重量方面，双子绳 < 双绳 < 单绳 + 拖拽绳。我个人认为，双绳系统只适用于极高难度的登山和混合攀登，在其他类型的攀登中并没有任何值得称道的优势。

绳索使用与保养

新绳第一次打开来使用的时候，要注意避免产生扭结。如果新绳是盘成环状的话，不要直接解开使用，不然每一圈都会产生 360° 的扭结。把绳圈绕在前臂上，一圈一圈抖开，就可以避免这样的问题。对于盘绕在卷轴上的辅绳，可以把卷轴横放在光滑的地板上，然后抽绳让卷轴转动。

收绳

所谓收绳就是把绳子整理成齐整的一捆或一堆，避免产生任何绳结或扭结，这样当你使用绳子的时候，就不会因为绳子乱成一团而费心整理。当你准备用单绳对折进行下降的时候，可以从两端绳头开始收整，这样最终留在你手里的就是绳子的中点。

登山者收绳法

把绳子收成一捆的方法有三种，其中一种叫做“登山者收绳法”（Mountaineer's 出 Coil）。想象一下一个上世纪二三十年代的登山者，穿着皮衣皮裤，肩上挎着一卷麻绳，你就知道这种方法得名的由来了。具体的收绳方法有很多种，例如把绳子盘在一侧手臂上、盘在脖子上、盘在膝盖上等等。通常情况下，收绳的同时会把绳对折，也就是从两端绳头开始收整，到绳子中点结束。收完绳

子之后，把余下的绳环（也就是整条绳的中点位置）折回来形成两个绳圈，然后再按照下图所示的方式，把双股绳头绕在绳捆上，最后把绳头从两个绳圈里抽出来，把绳圈收紧即可。做完了这一步之后，还可以用绳头与中点绳环再打一个平结。

这种收绳方法的好处在于，你可以很方便地用单肩背起一捆绳子，无论有没有背包都一样。然而，这种方法有一个非常严重的缺点：收绳过程会产生相当多的扭结。绳子每收一圈，就会产生 360° 的扭结。因为扭结整理起来太过麻烦，所以今天的登山者已经很少使用这种方法收绳。

唯一的例外是在雪坡和冰川上结组的情况，因为这种情况下很少会用到整绳长，必须收短绳头。登山者收绳法收出来的绳捆非常方便携带，只要直接挎在肩上就可以了，而且因为需要收整的绳子长度并不长，所以产生的扭结也不多。

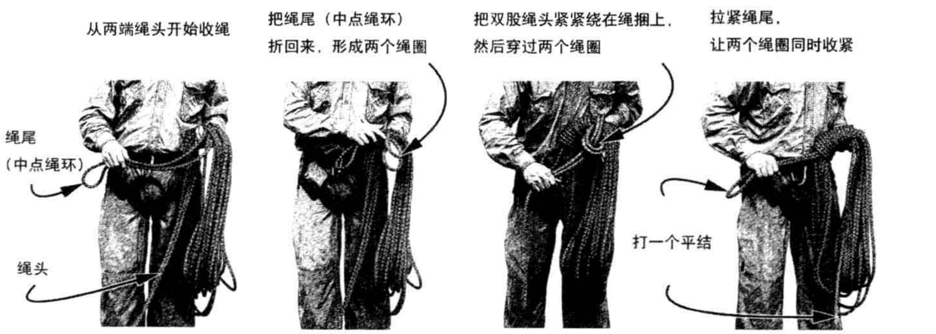
蝴蝶式收绳法

蝴蝶式收绳法（Butterfly Coil）可以避免产生扭结，因为收绳方式不是环绕成圈，而是来回盘曲。最常用的方法是把绳收在肩上，用双臂控制绳长，这样即使在风雪和黑暗中也很难出错。处理绳头的方法有很多种，具体处理方式取决于携带绳捆的方式。如果你打算把绳捆像背包一样背在背上，可以用两端绳头做成“肩带”和“腰带”，如图所示。

这就是蝴蝶式收绳法的问题：收出来的绳捆并不容易携带。如果你已经背着背包，再在外面背上一捆绳子，就不仅很不方便，还容易导致绳捆松脱。你也可以把绳捆挂在背包外面，某些款式的背包两侧专门提供了固定绳索用的系带。不要用头包顶部固定防潮垫的系带来固定绳索，否则绳子很容易在行进过程中弄松。蝴蝶式收绳法不会产生扭结，应用范围比登山者收绳法要广，但你必须想清楚携带绳索的方式。

绳包

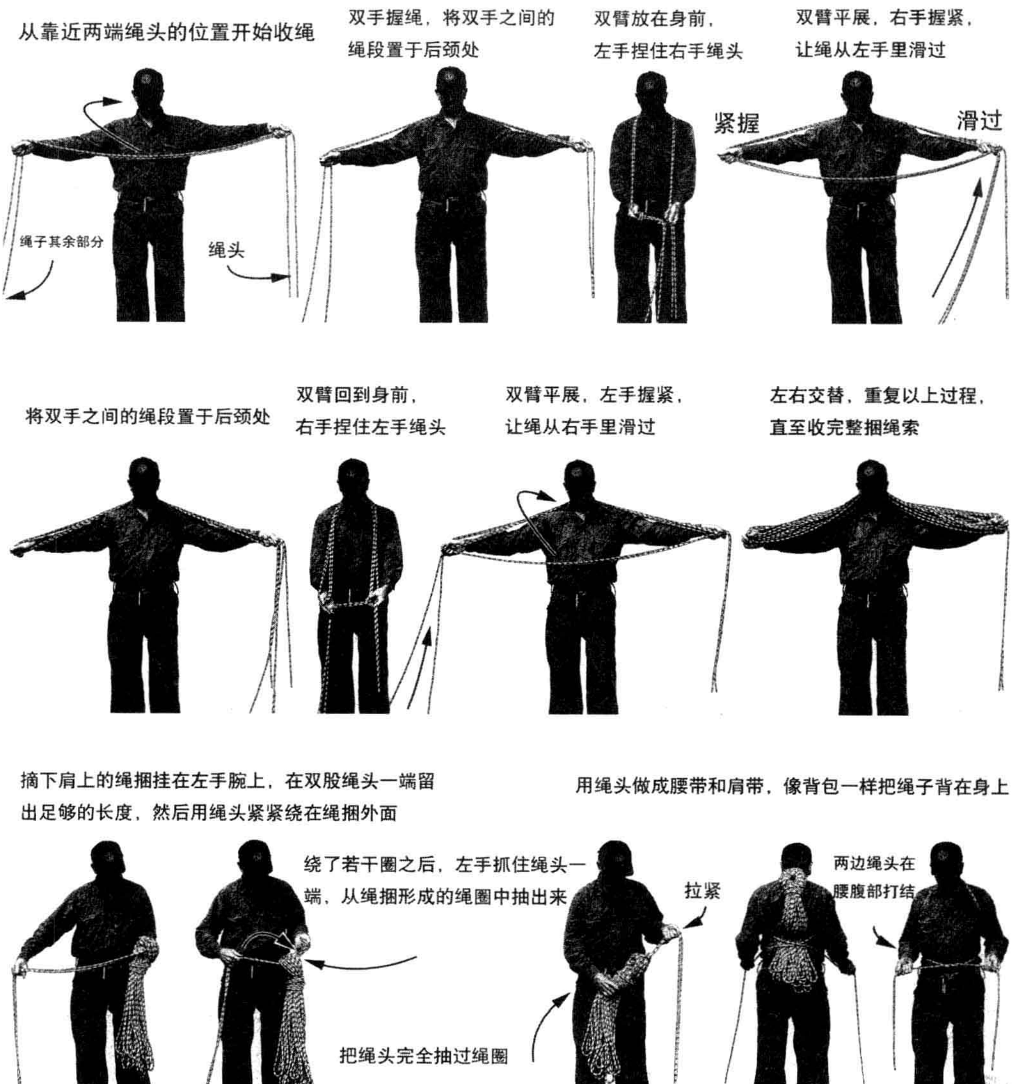
用绳包收绳是一种非常简单高效的方法，尽管这样做的登山者并不多。你可以去户外店买一个包体呈圆柱形、用拉绳或拉链封口的防水绳包，只要重量足够轻，这样的绳包就可以满足登山运动的需求。运动攀岩者经常使用衬里可以摊开成地布的绳包，但是那种绳包并不适合登山。如果你的绳子体积足够小，可以用大号的睡袋压缩袋作为绳包使用。绳包最大的好处在于，你根本用不着费力收绳和理绳，只要把绳子从一头开始收进绳包，用时再直接抽出就可以了，这样就可以节省非常多的操作时间。绳包可以保护绳子免受灰尘、雨雪和紫外线的损害，也可以减少你穿着冰爪踩到绳子的



采用登山者收绳法时，绳头的处理方式

概率，并且收绳和放绳时绝不会产生扭结。尽管绳包本身具有一定的重量，但它也可以派上别的用场，例如作为枕头、睡垫、杂物袋等。对于登山者来说，多用途的东西总是好的。

无论你采用何种收绳方式，目的只有一个：让你更容易携带和取用绳索。即使你处于滑坠制动姿势，或是脚上头下倒吊在冰裂缝里，也应该能迅速把绳子拿出来使用——这就是平时不要轻易把绳子装在背包里的原因。



蝴蝶式收绳法的一种形式

保持绳索清洁

当你的绳子与岩石、沙砾和脏雪接触时，绳鞘就会吸附灰尘和细沙。随着绳子的使用，一部分灰尘和细沙会进入绳芯内部，导致绳子的强度下降。这就是攀岩运动强调“不能踩绳”的原因。

保持绳索清洁的最好方法是洗涤。有些攀登者觉得洗涤绳子没有必要，或是会对绳子造成损害，这样的想法是毫无道理的。探洞者每次活动完毕都要清洗绳子，甚至有时在探洞过程中就会用洞里的流水洗绳，因为他们的绳子常常会浸在泥浆之中。登山者也可以采取类似的做法。如果你的绳子已经脏了，并且有充裕的时间晾干，那就把它浸在清洁的溪水里漂洗一番。只要把绳子扣进保护器，施加一点点拉力，让绳子在绷紧状态下从保护器里滑过，就可以挤出大部分的水。洗涤不仅可以去除沙尘，还能洗掉铁锁和其他铝制装备留在绳鞘纤维中的细微铝粉，脏绳之所以会把衣物和打保护的手染黑，就是因为绳鞘沾染了太多铝粉的缘故。洗涤方式采用机洗，可以把绳子松散装在大号网袋里，也可以用电线结（Lineman’s Coil）把绳子收短，然后直接扔进洗衣机。电线结是一种易打易解的绳结，具体打法如图所示。

用冷水洗绳，加入少量普通洗涤剂，或者Sport-Wash等户外用品专用洗涤剂，绝对不可加入漂白剂。洗涤完毕之后，用清水漂洗，如果仍有较多泡沫，就重复漂洗，直至水中不再出现泡沫为止。如果绳索纤维中残留有洗涤剂成分，就会导致绳子更容易吸水。最后一次漂洗时，可以加入少许衣物柔顺剂。实验表明，衣物柔顺剂不但不会影响绳子的强度，还可以让绳子变得更柔软，手感更好，使用寿命更长。

漂洗结束之后，将绳索挂在背阴处晾干，不要加热烘干或是放在太阳下晒干，也不要用洗衣机甩干。在气候潮湿的地区，绳子可能需要好几天时间才能彻底晾干。不要把潮湿的绳索收进绳包，因为水分尽管不会损害尼龙，却有可能导致绳子发霉，严重影响性能。即使你使用了衣物柔顺剂，洗过的绳子也会变得比原来更硬，并且长度会缩短5%左右，需要经过一段时间的使用才能恢复正常。洗涤有可能会破坏纤维表面的防水涂层，但是对绳子的强度和缓冲性能并没有任何影响。

避免损伤绳索

攀登绳的主要成分是尼龙，那么，究竟有哪些因素能对尼龙材料造成损伤？除了物理因素（例如穿着冰爪踩绳）之外，尼龙还会受到酸的腐蚀，但是对盐、汽油、润滑油脂、食用油、燃料油、驱虫剂、酒精和防晒霜等物质都有很好的抵抗性。如果你不小心把汽油或者防晒霜洒在了绳子上，只要记得洗干净就可以了。如果你把汽车用蓄电池的电解液洒在了绳子上，即使只是一点点，这条绳子也绝不能再用于攀登。醋也会腐蚀尼龙纤维。紫外线会导致尼龙纤维老化，使其弹性和强度下降，但是因为有绳鞘的保护，绳芯通常不会受到影响。尽管如此，还是应该尽量避免让绳子接受日晒，特别是高海拔地区的强烈紫外线。尼龙制成的绳包对紫外线具有很好的屏蔽作用。

标记

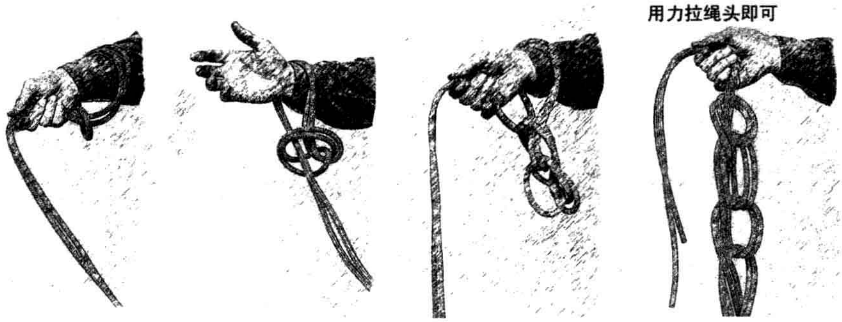
用普通的记号笔在绳子上涂抹标记（例如标出绳子的中点位置），会对尼龙纤维造成损害。测试表明，被涂抹的部位能够承受的最大标准冲坠次数会下降50%。某些厂商提供专用于标记绳子的记号笔，但是另外一些厂商则声称，这些“专用”记号笔同样会对绳子造成损害。没有证据表明普通的中性或碱性染料究竟能否影响绳索强度，但是按理说应该没有什么影响，因为绳鞘本来就是用染过色的尼龙制成的。许多厂商都会用黑色染料标记成品绳索的中点部位，少数厂商甚至使用了反光材料，以

找出绳子的中点，在手腕上系一个单套结

把绳子从单套结形成的绳圈中拉出来，形成一个绳圈

把绳子从刚形成的绳圈中拉出来，形成新的绳圈，如此重复

接近绳头位置的时候，把绳头从最后一个绳圈中拉出来，即可避免电线结松脱；需要解开时，把绳头退回最后一个绳圈，然后用力拉绳头即可



电线结的打法

便在夜间识别。不要使用胶带对绳子进行标记，因为胶带很有可能会在你不注意的时候脱落，造成安全隐患。中点标记只是为了方便你进行双绳下降、收绳等操作，不要每次下降都让标记部位承受重量，以免该部位的绳芯提前老化。

淘汰

绳索用旧到一定程度就必须淘汰，以免造成安全隐患。注意标记已经淘汰掉的绳索，避免因为误会而重新使用。CE认证标准要求产品厂商提供产品的确切使用和储存年限，大部分尼龙攀登绳的使用年限为3年，储存年限为5年。测试结果表明，尼龙绳索每储存1年，有效强度约会下降2%。保存得当、未经任何使用的绳索，即使过了储存年限，也并不一定就是不安全的。对储存时间达25年的攀登绳进行的测试表明，它们可以承受至少1次标准冲坠。尽管如此，我仍然不推荐你使用年限太旧的绳索进行攀登，因为攀登绳索的制造技术发展非常快，新的款式不仅强度更大，缓冲性更好，而且重量也更轻。

专门用于登山的绳索，很少有机会承受较严重的冲坠，但如果你发生了严重冲坠，就要仔细检查绳子的情况，如果绳芯变扁，变得粗细不均，或是绳鞘有破损，就要把这条绳子淘汰。登山绳最常见的磨损情况是起毛，这主要是岩石和下降器的摩擦导致的。起毛并不会对绳索强度造成太大的影响，但是有可能严重影响手感。如果你觉得一条绳子用起来不舒服，不妨考虑将其淘汰。



10 攀岩装备

“我曾以为，人与其他动物的不同之处在于制造工具的能力。后来我发现，其他一些动物也具有制造工具的能力，而真正的不同之处，在于人对工具的依赖。”

看着户外店里琳琅满目的各色攀登装备，以及装备网站上令人眼花缭乱的目录，或许你会开始犯愁：要买下所有这些装备得花多少钱啊？幸运的是，你用不着把它们都买下来，因为登山运动真正需要的装备并不多。

在本章中，我会以介绍装备本身的特征为主，附带介绍某些装备在特定情况下的使用方式。如果你觉得某一段不太容易理解，不妨先跳过去，读完后几章之后再回过头来看。本章所介绍的都是适用于登山运动的攀岩装备，关于野外徒步和非技术性登山装备，请参考第18章。

安全带

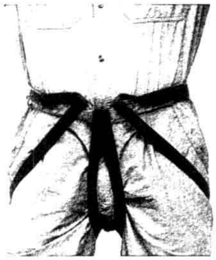
在安全带还没有发明出来的时候，登山者别无选择，只能直接用双环布林结把绳子系在腰上。那个时代已经一去不复返了。今天的登山者只要携带了绳索，就一定要携带安全带，至少也要随身准备一条长度合适的扁带套和一把铁锁，用来在紧急情况下充当安全带使用。

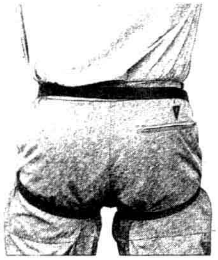
简易安全带

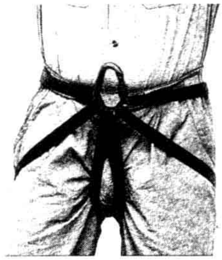
如果你携带绳索只是为了进行偶尔的保护和非垂直地形上的下降，那么用扁带套临时制

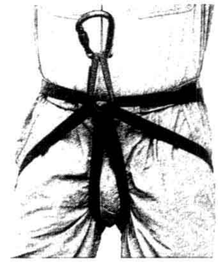


用简易安全带下降


用120厘米机制扁带套做成的简易安全带


从后面看


直接用铁锁连接，可能会导致铁锁横向受力


使用30厘米短扁带套连接简易安全带与铁锁

用扁带套制作的简易安全带

作的简易安全带就足以满足你的需求，尽管这样的安全带不能用于先锋攀登，或者长时间承受体重。你可以用宽扁带自制成长度合适的扁带套，也可以购买120厘米机制扁带套。简易安全带的具体做法如图所示。

在实际攀登中使用简易安全带之前，应该先进行测试，确保扁带长度合适，腰腿带能够合理分配体重，即使在你背着背包时也不容易失去平衡。为了避免铁锁横向受力，你可以像最后一幅图中那样，用短扁带连接简易安全带与铁锁。

登山安全带

如果你需要经常使用绳索，可以购买一条轻量化的登山安全带，这种安全带不仅价格便宜，而且也可以作为攀岩安全带使用。一定要选择穿安全带时不需要将双脚穿过腿环的款式，例如Black Diamond Alpine Bod；否则在你穿着冰爪或者踏雪板时，穿脱安全带就会成为一桩极其麻烦的事。不同安全带的腰扣反穿方式有所不同，使用前一定要仔细阅读说明书，同时也要对各种不同的腰扣设计有所了解，这样当你的搭档不小心穿错时，你才能及时纠正。登山安全带的设计，让你可以在腰带与绳索相连的状态下穿脱裤子、解大小便，但你必须事先加以练习。

登山安全带往往没有保护环，你一开始可能会不适应这样的设计。保护环的作用确实很大，既能让腰带和腿带均匀承重，又可以避免铁锁横向受力。对于没有保护环的登山安全带，你可以用30厘米扁带套连接上下承重环，起到与保护环相同的作用，并且长度比普通安全带的保护环要长一些——更方便你在穿着厚衣服，戴着手套的情况下操作。

登山安全带的腰带和腿带都没有海绵垫，因为你登山时穿的衣服已经足够起到分散压力的作用了。海绵垫在山上很容易结冰，增加额外的重量。如果安全带上的装备挂环不够用，或是会被背包腰带挡住，可以在肩上斜挎一两条扁带作为装备挂带。绝不要让装备挂环承受体重，也不要用安全带背面的拖拽环连接保护点；尽管后者的强度与普通扁带套相当，但是会导致腰腿带承重不均。



使用登山安全带下降



错误——铁锁横向受力　正确——铁锁正常受力　正确——用短扁带套代替保护环

用铁锁连接登山安全带和攀登绳索

保护/下降器

保护/下降器有很多种类，但只有三种适合登山运动的需求：一把铁锁（半扣结），板状/管状保护器，以及具备跟攀自锁功能的新式保护器。

半扣结

半扣结（Münter Hitch）的使用方法详见第13章。无论你使用的是单绳、双绳还是双子绳，都可以用半扣结进行保护和下降。在欧洲，很多登山者根本不携带额外的保护器，所有保护下降操作都用半扣结完成。在美国，半扣结的普及率相对较低，我在运动攀岩场用半扣结打保护的时候，旁边的人往往会大惊小怪。所有登山者都应该熟练掌握半扣结的打法，这样即使在山上不慎失手丢掉了保护器，也不会造成严重的问题。

板状/管状保护器

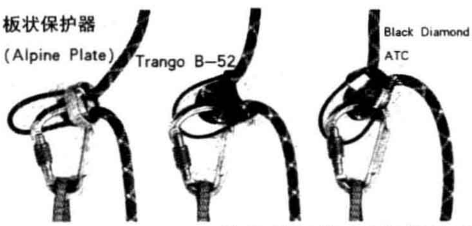
所有的板状（Plate）和管状（Tubular）保护器，其工作原理都是相同的，即通过绳索的扭曲来增大摩擦。全世界销量最大的保护器——Black Diamond ATC，就属于管状保护器的范畴。ATC的改进款ATC-XP，以及其他一些具有不对称结构的管状保护器，都可以提供两种不同的摩擦模式，用于不同直径的绳子。还有一些管状保护器具有较小的孔径，专门用于较细的双绳和双子绳，由于散热面积小，这些保护器用于下降时很容易发热。板状保护器今天已经很少见了，但如果你很少进行保护和下降操作，又不愿使用半扣结，也可以选择重量轻、结构简单的板状保护器——前提是你能找得到。

自锁保护器

自锁保护器可以在领攀者保护跟攀者时调成自锁模式，方便一人同时保护两人跟攀。用于先锋保护时，其使用方法和普通的管状保护器并没有区别，并不能像Gri-Gri等攀岩专用保护器那样提供先锋保护自锁功能。最早的自锁保护器是Kong出品的Gi-Gi，这名字与Gri-Gri非常相似，很容易造成误解。Gi-Gi的结构非常简单，就是一片两端开圆孔、中间有两条平行长孔的金属板。采用跟攀自锁模式时，保护器一端的圆孔挂上铁锁连接到保护站，绳索则从长孔中穿过，用另一把铁锁固定。穿绳时，攀爬端在上，制动端在下，这样如果跟攀者发生坠落，攀爬端就会压住制动端，进入锁定状态。使用跟攀自锁模式进行保护时，如果跟攀者让绳子承受体重，保护器就会进入锁定状态，保护者可以腾出双手整理绳

索、取水壶、拍照，或是做其他不需要花太长时间的事情。注意，如果保护器没有进入锁定状态，保护者就不应该放开绳索制动端，以免发生意外。除了跟攀自锁模式之外，Gi-Gi 还有很多种使用方式，包括用于下降、先锋保护、沿绳上升、装备拖拽等，但你必须把每一种具体操作方法熟记在心。

具备跟攀自锁功能的保护器还包括 Petzl Reverso/Reversino、Cassin Più/GTC、New Alp Mini/Magic、Mammut Matrix、Simond Toucan、Trango B-52 等。绝大多数款式都只要一把铁锁跟保护站连接，B-52 则需要两把相同的铁锁（加上固定绳子的铁锁总共三把），才能同时对两名跟攀者提供保护。我自己使用 B-52 时，不仅经常使用单锁，还曾经用 8 毫米辅绳把 B-52 连接到保护站，并没有出过任何问题。Gi-Gi 的中间有一道脊，可以减少双人同时跟攀时两条绳子彼此的影响，并且两端都有可以挂锁的开孔。Matrix 主要适用于细绳，也具有与 Gi-Gi 类似的脊。使用自锁保护器时，最好用横截面为圆形的铁锁来固定绳索，这样可以减少不必要的摩擦。



常见的板状/管状保护器

所有这些保护器都可以作为普通管状保护器使用。Reverso 和 B-52 在下降时的手感最好，其他一些款式则有下降过程前后摩擦不均匀的问题。这两者都具有不对称的结构，可以提供两种不同的摩擦模式，但是 Reverso 对细绳的兼容性较差，Petzl 之所以推出较小口径的 Reversino，就是为了解决这一问题。如果你使用 9 毫米以下的细绳进行攀登，一定要对保护器进行测试，确保它能提供足够的摩擦力；下降时最好使用抓结作为安全备份，具体操作方法见第 13 章。不同款式的自锁保护器，结构与操作方法并不相同，所以要仔细阅读生产厂商提供的说明书。

“自锁”的概念

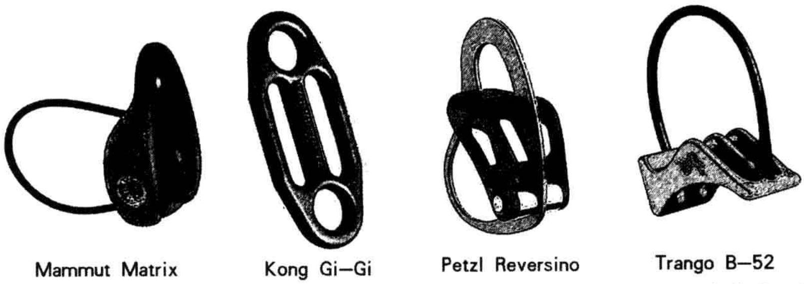
Autoblock 与 Autolock 两个词，尽管都翻译为“自锁”，具体含义和使用场合却并不相同。Autoblock 可以指保护器的跟攀自锁功能，也可以指使用抓结配合下降时，万一失手松开制动端，抓结起到的自锁作用；Autolock 则是指 Gri-Gri 等保护器用于先锋保护时，在领攀者发生坠落的情况下起到的自锁作用。换句话说，Autoblock 是承受静力或较小冲坠时的自锁，而 autolock 则是承受较大冲坠时的自锁，不可混为一谈。

不适合登山的保护器

许多常见的保护/下降器都不适合登山运动的需求。8 字环就是最好的例子：重量大，容易产生扭结，在细绳上的摩擦力不够，容易对铁锁产生侧向的扭力，容易意外锁死，总之几乎一无是处。盘状保护器（Sticht Plate）也是如此，装绳麻烦，容易失手掉落，不宜用于登山。那种用 4 把铁锁垂直相扣形成的摩擦装置同样不足取，因为其性能还赶不上单用一把铁锁打出来的半扣结。这些老旧的装备和陈腐不堪的操作，迟早会彻底被时代淘汰。

头盔

你是否见过亚历克斯·布柏（Alex Buber）在意大利多洛米蒂（Dolomites）山区的拉瓦雷多三重峰（Tre Clime di Lavaredo）进行单人自由攀登的照片？他在完全无保护的状态下沿着总体成仰角的大岩壁连续攀爬了 38 段，上升了超过 600 米的海拔，最难处的攀爬难度达到 5.12。在照片上，你会发现他尽管没有使用绳索，却自始至终戴着头盔。事



适用于细绳的几款自锁保护器

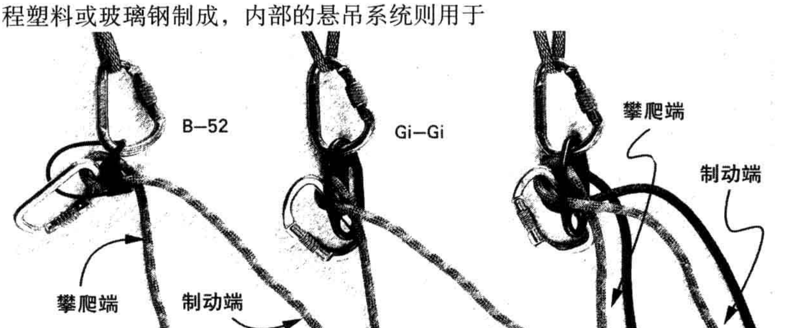
后布柏解释说，不戴头盔实在太危险了，因为接近顶峰的地方很容易发生落石。或许这样的说法可以给你一些启示。

许多体育活动都有专门的头盔，攀登运动也不例外。攀登用头盔大体可分为两类，第一类是为了在你的头撞上岩壁的时候提供保护，第二类则是为了避免落石直接击中你的头。

第一类头盔重量很轻，通常主体部分用泡沫材料制成，只在最外面覆有较薄的塑料壳层，对来自头顶和侧面的撞击都能起到保护作用。这样的头盔通过泡沫材料的破碎来吸收撞击能量，所以属于"一次性用品"，无论你是发生冲坠还是不小心一屁股坐在背包上，都有可能导致头盔破裂。在很少发生落石的路线上，攀岩者通常喜欢戴这样的头盔，因为它们不仅重量轻，而且外观时尚。然而，一旦因为被落石砸到而破碎，这种头盔就会完全丧失保护作用，所以最好不要戴着它去攀爬落石风险较高的路线。

第二类头盔则具有较厚的外壳，主要由工程塑料或玻璃钢制成，内部的悬吊系统则用于分散落石带来的冲击力。这样的头盔重量约比第一类大 1/3，优点是强度大，耐用性好，并且散热性通常也更好，缺点则是对头部侧面的保护相对缺乏。HB 出品的一款头盔用碳纤维与 Dyneema 材料制成，所以强度比一般的工程塑料头盔更大，重量却与第一类头盔差不多，唯一的问题是价格太贵，大约相当于普通头盔的两倍。我使用的就是这款头盔，我自己在侧面内缘贴了一层泡沫材料，用来吸收来自侧面的冲击力。

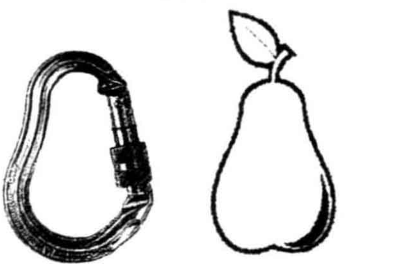
登山者当然应该选择第二类头盔，或者是介于两类之间的款式。具体的选择标准除了重量和外观之外，主要是戴在头上的合适程度。当你戴好头盔，调整好大小，扣好固定带之后，可以用拳头从各个方向捶击头盔，看看会不会导致佩戴角度的变化。头盔要戴正，让盔沿能够保护前额，不要扣在后脑勺上。如果有条件，可以在头盔前后贴上反光条，这样在天亮前出发和深夜下撤时，队友比较容易借着头灯的光芒分辨你的位置。



B-52与Gi-Gi的跟攀自锁模式

铁锁

大号的 HMS 梨形铁锁最适合与保护器搭配使用。之所以选择大号梨形，是因为这样的铁锁可以连接更多的东西（安全带、保护器、绳套、扁带套……），横向受力的可能性相对较小，并且较宽的一端呈弧形，更适合双绳操作；HMS 则是德语“适用于半扣操作”（Halb–Mastwurf–Sicherung）的缩写，表明其丝扣结构适用于半扣结保护和下降。使用传统的丝扣锁，不要选择那种半自动的弹簧锁扣，以免影响戴手套操作。



梨形HMS铁锁，及其得名的由来

顺便解释一下“强度”与“可靠性”的区别。对于丝扣锁，拧上丝扣并不能增加强度，只能降低锁门意外打开的概率，从而增加可靠性。所有铁锁的锁门部位都有弯钩或滑槽状的固定结构，在锁身径向受力时会起到固定作用，但是这样的固定结构总是留有余地，以免在铁锁承受攀登者体重、发生微小变形的时候影响操作。根据国际标准要求，铁锁在径向受力在 0.8kN 以下时，锁门必须能够轻松开合。如果径向受力再大一些，例如在发生冲坠时，锁身会产生进一步变形的趋势，此时固定结构就会开始发挥作用，阻止铁锁发生变形，这就是铁锁正常径向受力比开门状态受力要大的原因。上述标准无论对丝扣锁还是普通铁锁都一样成立。所以说，普通铁锁的强度并不比丝扣锁差。在连接安全带与保护器、连接绳索与保护点时，因为很容易碰到锁门，所以最好使用丝扣锁。在其他绝大多数场合，普通铁锁包括



两把普通铁锁配合使用

钢丝门铁锁都是足够可靠的。你也可以用两把普通铁锁“背靠背”代替丝扣锁使用，具体方式如图。

如果你在紧急情况下需要用到丝扣锁，但手边却只有普通铁锁，可以临时用医用胶带把锁门封起来，起到防止锁门意外打开的作用。只要你不需要打开锁门，胶带的作用就与锁扣没有任何区别。

对于平常所使用的普通铁锁，最好选择 O 形或者接近 O 形的款式，钢丝门或传统锁门均可。O 形锁结构对称，开口较大，适用于几乎所有的场合，而那些左右不对称的 D 形锁和其他形状的铁锁则具有较大的使用局限性。不要使用太小的铁锁，因为它们尽管重量更轻，却很容易导致操作不便。钢丝门 O 形锁尽管重量要轻一些，但是登山者携带的铁锁数量通常并不多，所以重量优势可以忽略不计。钢丝门的真正好处在于意外弹开的概率比较低，并且也不容易被冰雪堵住，造成锁门无法正常闭合的情况。钢丝门铁锁甚至可以用于半扣下降，但是打半扣结的时候要注意，不要让绳子压迫锁门，即使从内侧压迫也不行——尽管锁门能承受至少 7kN 的横向力，但是钢丝门会形成较大的压强，可能会对绳子造成损伤。通常情况下，你携带的铁锁数目不会比扁带数目少，也就是至少要有十几把。你可以随身携带两三把轻量化的丝扣锁，以备不时之需。

铁锁上的活动部件需要一定程度的保养，即使是钢丝门铁锁也不例外。如果灰尘进入转轴内部，就会影响使用时的手感。进行保养时，首先应该检查锁身表面有没有刮擦造

成的毛刺，如果有，就用砂纸小心磨平。之后，用热肥皂水洗涤铁锁，用旧牙刷刷洗活动部件。接下来，用热水漂洗，自然风干。最后，用 WD-40 或低黏度的硅基润滑剂滴在转轴部位，开合几次锁门，用毛巾擦掉多余的润滑剂。如果你从来不对铁锁进行保养，不妨试一试，很可能会出现惊喜。不要用高黏度润滑油、石蜡或固体润滑剂保养铁锁，否则只会适得其反。

绳套与扁带套

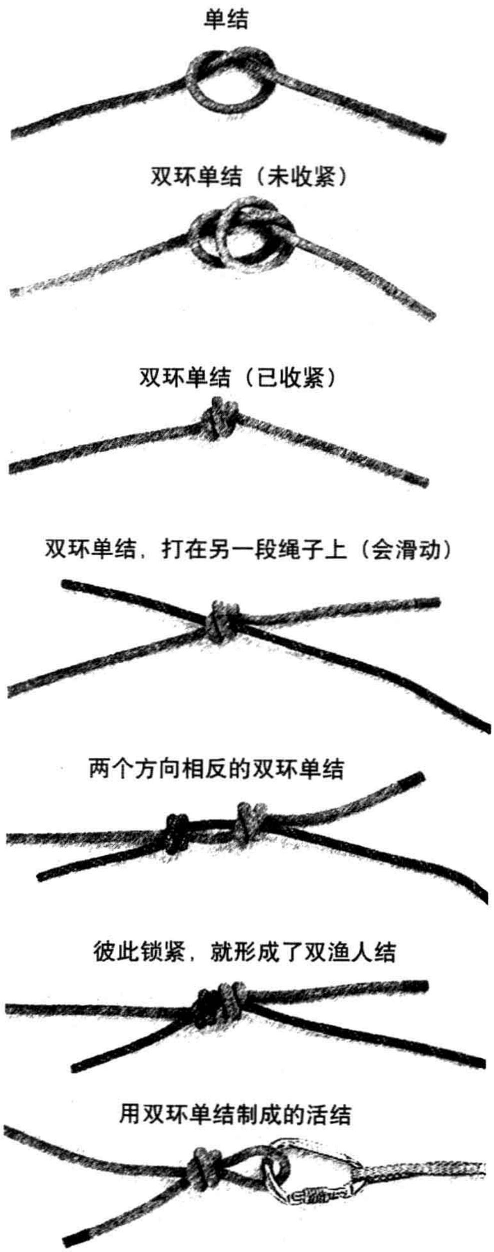
扁带按材质可分为两类，一类完全采用尼龙材料，另一类则用高强度纤维（Spectra、Dyneema 等）与尼龙混合制成。扁带套按制作工艺也分为两类，即机制扁带套和手工扁带套。宽度在 1 英寸（2.54 厘米）以内的管状尼龙扁带，过去和现在都十分普及，登山者往往会使用水结（Water Knot）把这种扁带连接成扁带套。在这里，就让我们比较一下双渔人结（Double Fisherman’s Knot）、水结和啤酒结（Beer Knot）的优劣之处。

双渔人结主要用于连接两条辅绳或扁带。渔人结是单结的变体。用一段绳子在另一段绳子上打一个单结，就形成了半个单渔人结；两个方向相反的单结彼此锁紧，就形成了完整的单渔人结。双渔人结则是双环单结（Double Overhand Knot）的变体，具体原理如图所示。单渔人结已经具备了很大的强度：装备厂商在测试岩塞受力情况时，往往会用单渔人结接成的扁带套作为连接部件。实验表明，这样的扁带套强度往往比钢丝绳还要大。双渔人结



不同类型的铁锁

是所有绳结中强度最大的（任何绳结都会导致绳子的强度下降，双渔人结可保留辅绳或扁带原本强度的 80% 以上），并且受力时会自动收紧，所以安全性也非常高——当然，这也意味着拉紧的双渔人结很难解开。



单结与双渔人结

尽管双渔人结具有极高的强度和安全性，但却总会留出一定长度的绳尾。绳尾究竟应该留多长，至今仍然没有定论。任何绳结要想保证最起码的强度，至少应该留出3倍于绳子直径的绳尾，但是对于双渔人结来说，3倍直径显得太短了。最好留出6～10倍于绳子直径的绳尾，这是大多数装备厂商的建议。过去曾有一种说法，认为双渔人结的左右两部分必须方向一致，构成一个连续的螺旋，但是实际上，无论左右两部分是方向一致还是方向相反，都不会影响双渔人结的强度。制作绳套时，你可以为了美观而追求方向一致，但如果在紧急情况下把方向打反了，那也没有关系。

双渔人结可以用来连接两条直径相差较大的绳索，也可以用来连接扁带，扁带越窄效果越好（不要在攀登运动中使用单层扁带，因为单层扁带在打结后强度会大幅度下降。管状扁带才是为攀登设计的）。无论是制作绳套，进行双绳下降，还是在紧急情况下连接两条绳索，双渔人结都是很好的选择。

水结（又称为扁带结、反穿单结）尽管也是登山者常用的绳结，但与双渔人结相比却没有任何优势。水结的强度并不高，仅为原本强度的50%左右，并且安全性也不好，无法自动收紧，很容易因为摇晃和刮擦而松脱。水结



啤酒结的打法



水结的打法

所消耗的扁带长度的确比双渔人结要少，但你在不得不使用水结时，出于安全考虑，必须留出相当长的绳尾，所以就连这一点也算不上什么优势。

啤酒结则是最适合连接两段管状扁带的绳结，不仅强度与双渔人结基本相当（80%左右），而且受力后会自动收紧，不像水结那样容易松脱。具体打法如图所示。打好的啤酒结在受力之后很难解开，如果你需要设置冰洞等需要穿绳的保护点，可以用小刀割断扁带，穿好之后再用双渔人结重新固定。

机制扁带套

登山者最好选择100%尼龙材料的机制管状扁带套。机制扁带套（Sewn Sling）比手工打结的扁带套更加可靠，选择管状扁带的原因前面已经陈述过，而之所以选择尼龙材料，则是出于价格考虑——尼龙扁带的价格约比同等长度的Spectra/Dyneema扁带便宜一半左右。在此基础上，尽可能选择较窄的扁带。对于一般的登山活动，6条120厘米扁带套、4条60厘米扁带套再加上1条30厘米扁带套，就可以满足绝大多数情况下的需求。如果你觉得用不着这么多，也可以少带几条。现代的尼龙扁带强度很高，耐用性也不错。宽度15毫米的机制扁带套，最大承受力可达20kN以上，比使用双渔人结连接的手工扁带套强度还高，因

为缝制工艺对强度并没有影响。

窄扁带不仅重量轻，而且不容易因为扭曲而减少强度，也不容易像宽扁带那样，导致铁锁左右两侧受力不均。Spectra/Dyneema 扁带可以比尼龙扁带做得更窄，宽度可在 8 毫米以内，但如果你需要用扁带套做抓结，或是割断扁带套重新打结，就只有尼龙扁带可以胜任，因为 Spectra 和 Dyneema 材料的摩擦系数很小，打结很容易滑脱。用 Spectra/Dyneema 扁带做抓结还有一个问题，因为这两种材料（其实是同一种物质）的熔点很低，很容易因为摩擦生热而受到损伤。之所以要多携带 120 厘米的长扁带套，是因为长扁带套很容易收短，短扁带套却无法延长。120 厘米扁带套足以当作长绳套使用，也可以用来连接雪锥、雪锚等保护点，避免这些保护点因为绳索受力方向的改变而松脱，在紧急情况下还可以用作冰镐腕带。除此之外，120 厘米扁带还可以用来制作简易坐式安全带和胸式安全带，制作带脚环的抓结，等等。这些都是 90 厘米或更短的扁带套所做不到的。

100% 尼龙材料的扁带和辅绳，通常具有介于动力绳与静力绳之间的缓冲性，尽管生产厂商通常不会注明这一点。Dyneema、Spectra 等高强度材料则基本不具备缓冲性。这也是我推荐在登山运动中使用尼龙扁带的原因之一。

扁带套可以挎在肩上，也可以收短之后挂在安全带装备挂环上，具体方法取决于你的使用习惯。120 厘米扁带套可以用铁锁连接后挎在肩上，如图所示，需要使用时，只要打开铁锁就可以直接抽出扁带。60 厘米扁带套则最好挂在装备挂环上，不要挎在肩上，否则取用时还要先摘下背包。



将120厘米机制扁带套挎在肩上

即使你有足够的装备购买预算，完全买得起用 Dyneema/Spectra 制成的扁带套，也应该准备几条尼龙扁带用于特殊情况。过去，登山者经常会携带 5 米以上的超长扁带套，用于制作保护站。今天的登山者则通常会使用长绳套。

自己缝制扁带

我所使用的扁带套中，有一部分是自己缝制的，这样不仅成本低廉，而且可以随意控制长度。缝制扁带套并不需要任何秘诀，只要算好所需要的针脚数目，然后缝得尽量整齐就可以了。家用缝纫机完全可以满足要求。计算针脚数目的方法很简单：用扁带本身的强度（通常在 20kN 左右）除以缝线强度的 2 倍（因为每个针脚由两股缝线组成），然后再乘以 1.5 ～ 2 的安全系数就可以了；缝线强度可以用弹簧秤测试。只要你能找到足够结实的缝线（比较粗的涤纶缝纫线就可以）和配套的缝纫机针，并且懂得缝纫机的使用方法，就可以开始动手缝制扁带套了。针脚的排布方式可以参考市面上的机制扁带，也可以采用最普通的平行针脚。如果你对自己缝制的扁带强度没有信心，可以进行简单的测试：找一辆越野车和一辆自重 2 吨以上的小轿车停在平地上，用扁带连接两者，锁死小轿车的手刹，然后用越野车的四驱模式开始拖拽，如果能够成功拖动，就说明扁带套的强度没有问题。如果拖拽过程中出现针脚迸裂的情况，就增加一定数目的针脚。注意，进行过此种测试的扁带必须淘汰，不能再用于实际攀登。



收短扁带套的方法

攀登装备中的高科技纤维材料

自从聚酰胺66（也就是通常所说的尼龙）于1938年正式投产以来，纺织工业一直在寻找性能更出色的高科技纤维材料。以芳香族聚酰胺（Aramid）为主要成分的高强度纤维，包括Twaron、Kevlar、Technora等，强度比尼龙大2～3倍以上，并且具有很好的耐热性，缺点则是易疲劳，并不适合制作攀登绳索，因为打结和扭曲会导致纤维彼此切割，影响绳索的总体强度。Technora的强度比Kevlar大3倍，正在把后者挤出攀登装备市场。Spectra和Dyneema是同一种材料（超强聚乙烯纤维）的不同商标名称，具有强度高（比尼龙大3.5倍）、耐疲劳、延展性极小、熔点低、耐染色（所以Dyneema和Spectra制品大多是白色的）、抗紫外线、重量轻（密度比水低）、摩擦系数极小等特点。因为Spectra/Dyneema的摩擦系数很小，所以用这两种材料与尼龙纤维混合制成的扁带，通常只能用于机制扁带套，不能手工打结。唯一的例外是Ultratape扁带，这种扁带采用特殊的编织技术，让Spectra纤维处于里层，尼龙处于表层，所以可以用于绝大多数绳结（但是仍然不宜打啤酒结）。用Spectra/Dyneema制作绳芯的辅绳，连接时至少要采用三渔人结，以免绳芯从绳鞘中滑脱。聚乙烯的熔点非常低，Spectra/Dyneema只要暴露在50℃以上的温度环境中，强度就会开始下降，所以不要把你的Spectra扁带丢在太阳烘烤下的汽车后备箱里。Vectran是一种用聚酯材料制成的高强度纤维，强度与Kevlar相当，耐热性与尼龙相似，并且具有足够的摩擦系数，但是对紫外线的耐受力极差，所以只适合制作绳芯，其耐疲劳性介于Kevlar与Technora之间。Zylon是一种以PBO（聚对苯撑苯并二恶唑）为主要成分的新型高强度纤维，其强度仅次于碳纤维，比现有的其他聚合纤维材料都要高，但是同样具有易疲劳、耐紫外线差等缺点。综上所述，到目前为止，尼龙仍然是攀登用绳索和扁带的最佳选择。

长绳套

顾名思义，长绳套（Cordelette）就是长度较大的绳套，最合适的绳长在6米左

右，也就是对折后的绳套长度约为3米。你可以选择7毫米或6毫米尼龙辅绳，也可以采用Technora绳芯的5.5毫米辅绳。相比Technora辅绳，尼龙辅绳不仅缓冲性和耐疲劳性更好，而且价格也要便宜得多。长绳套的主要用途是连接三个以上的保护点、建立受力均衡的保护站，但也可以发挥其他用途，例如制作抓结、作为下降保护点等。两头有环的机制长扁带，例如The Mountain Tools出品的Web-o-lette，也可以起到相同的作用。在美国，长绳套正在逐渐成为登山者的标配，在5级地形上进行攀登时，许多登山者都会携带至少两条长绳套。记得多带一把大号丝扣锁，用来充当保护站的主保护点（Master Point）。

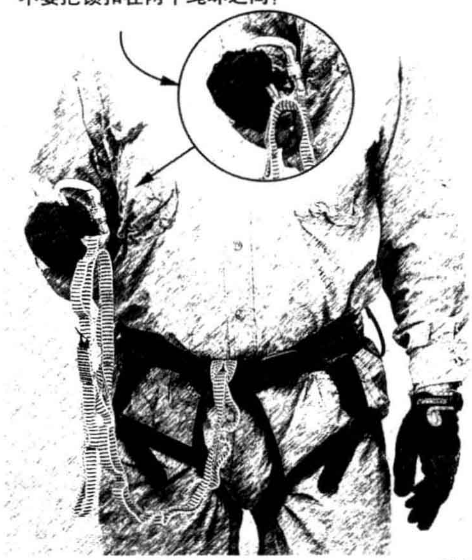
你也可以使用240厘米的超长机制尼龙扁带套来替代长绳套。最好不要拿Spectra/Dyneema扁带套当作长绳套使用，以免绳结在受力时发生滑动，导致各保护点受力不均。

菊绳

菊绳（Daisy Chain）是专门用于连接保护点与安全带的特制扁带套，英国人将其称为牛尾（Cow' s Tail）。菊绳具有许多个绳环，绳环间缝线的强度约在3.5kN左右，每个环都可以与保护点相连，从而灵活调整身体与保护点之间的扁带长度。115厘米的短菊绳对于登山者来说已经足够了。不要把锁扣在两个绳环之间，否则万一缝线受力崩断，你和保护点之间就没有了任何连接。对于登山者来说，菊绳有许多额外的用途，例如连接背包，连接结组绳，当作长绳套使用等。



收短之后的长绳套



菊绳

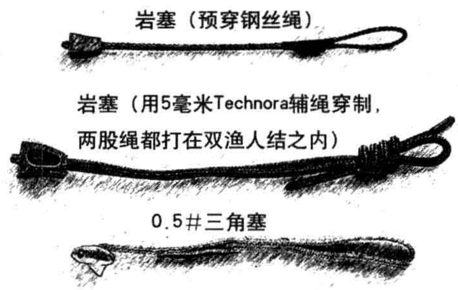
保护器材

在具有一定挑战性的岩石路线上进行有保护的攀登时，你通常会需要一定数量的保护器材。路线资料或许会建议你携带绳索，以及“少量的保护装备”（A Small Rack）。这是什么意思？登山者和习惯于传统攀登的攀岩者对此会有不同的理解。对于登山者来说，在20世纪60年代之前，“少量的保护装备”是指10枚左右的岩锥。在今天，“少量的保护装备”则意味着至少6件容易设置，容易移除的岩石保护器材。

在难度较低的登山路线上，你通常可以直接把长绳套或扁带套绕在突出的岩石上作为保护点。在具有一定挑战性的路线上，如果手点和脚点很容易寻找，那么设置保护点的位置通常也很容易寻找，也就是说你不需要太大号或者太小号的保护器材——前者重量太大，后者则难以评估可靠程度。

让我们先从岩塞（Nuts）说起。有效宽度在1～3厘米之间的岩塞，在登山运动中最为常用。我通常会购买预穿钢丝绳的小号岩

塞，自己用 Technora 辅绳穿制中号和大号岩塞。Technora 辅绳具有直径小、重量轻、强度大的特点，并且有一定的硬度，方便岩塞的放置。打结时应注意把两股绳都打进双渔人结之内（如下图所示），以达到更好的稳定性。Technora 绳芯的抗剪切和耐热性能都很强，我自己一般先用锋利的钢丝钳剪出合适的长度，再把绳芯剪短一点点，最后用火烧熔绳鞘，让绳鞘紧紧包裹在绳芯之上。如果你对岩塞的选择缺乏经验，最好购买设计较为保守、经过大量实践检验的款式。



岩塞和三角塞

六角塞

接下来需要考虑的是六角塞（Hexes）。六角塞的横截面为不对称的六边形，用主动模式放置时，六角塞正面受力，辅绳／钢丝绳上传来的拉力会让塞子产生旋转的趋势，增加塞子与岩壁接触面上的压力，产生类似机械塞的效果。用被动模式放置时，六角塞侧面受力，工作方式与普通岩塞相同。设置六角塞需要一定的技巧，所以六角塞曾一度被冷落，但是近年来，登山者们正在重新发掘它们的优势——重量轻，价格便宜。预穿钢丝绳的六角塞更容易放置和拆除，但是由于钢丝绳的硬度和弹性，所以也更容易因为绳子的抖动而改变位置。用辅绳或扁带穿制的六角塞则正好相反，不容易被绳子所影响，但也比较不容易放置，特别是在手伸不进去的狭小裂缝里。你可以购买预穿 Spectra/Dyneema 机制扁带套的六角塞，也可以自己用 5.5 毫米 Technora 辅绳穿制，然后用与穿制岩塞相同的方法打结。有些登山者会使用双倍长度的扁带套或辅绳，以备不时之需。也有些登山者用不同长度的辅绳连接不同号码的六角塞，这样不仅方便取用，而且当塞子挂在装备环上的时候不容易彼此磕碰。

你可以在手指伸不进去的狭小缝隙里使用预穿钢丝绳的岩塞，在较大的缝隙里使用辅绳或扁带穿制的六角塞，达到取长补短的搭配效果。按照传统尺码计算，对登山者最有用的是 5# ～ 8# 六角塞。



六角塞

机械塞

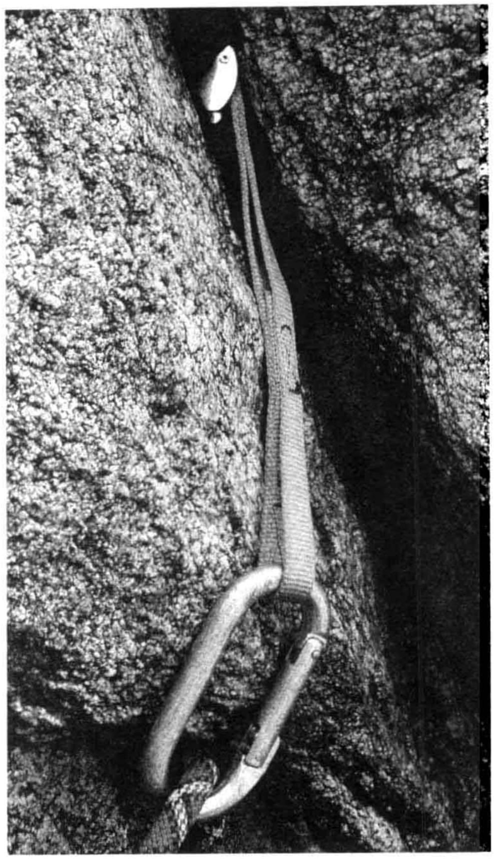
只要你有足够的预算，肯定会想买上一套弹簧机械塞（CAMS，全称为 Spring-Loaded Camming Devices，简称 SLCDs）。的确，机械塞的发明给传统攀登带来了一场革命，因为它们不仅容易放置，而且适用于其他保护器材难以生效的垂直岩缝。机械塞的缺点是重量大，价格昂贵，对中低难度的登山运动来说并不是必要的。几枚机械塞的重量和成本，可能会占到你所有保护器材的一半以上。六角塞和三角塞可以在大多数情况下替代机械塞，不

过在某些情况下，机械塞的作用是无法取代的。设置机械塞时，要考虑到绳子抖动导致机械塞移动的因素。不要把太大或者太小的机械塞带到山上，因为大号的机械塞实在太过沉重，而太小（直径在 2.5 厘米以内）的机械塞则较难评估可靠程度，并且一旦卡住了就很难取出。具体选择什么样的品牌和款式，主要在于你所攀爬的岩石类型（攀爬以石灰岩为主的路线时，通常根本用不到机械塞），但如果你的预算比较紧张的话，不妨考虑 Black Diamond Camalot。由于独特双轴结构的缘故，单个 Camalot 的重量比同等尺码的其他机械塞略大，价格也高一些，但是活动范围则要大得多，意外卡住时也更容易取出。其他款式的机械塞重量区别并不大，最便宜的单杆款式是 Wild Country Friend，双杆款式则要数 DMM 4CU。购买时应以中号的为主，适当加一两枚大号的，不要轻易购买小号的。机械塞具有比铁锁更精密的活动结构，所以更需要清洁和保养。

三角塞

三角塞（TriCam）在很多场合可以取代机械塞的作用，同时也可以当成常规岩塞来使用。用主动模式放置三角塞需要一定的技巧，但是一旦放置妥当就非常可靠，即使是在外宽内窄或是很浅的岩缝中也不例外。如果你对三角塞的使用方法并不是很熟悉，最好从 1# 和 2# 开始尝试。CAMP 出品的 2# 三角塞，适用范围大致与 2# Camalot 相当，重量和价格则要低 2/3 左右。等到你熟悉了三角塞的使用方法，就会觉得 0.5# 三角塞实在是必不可少，尽管在跟攀过程中移除小号三角塞是一件很痛苦的事情。

决定携带哪些保护器材上山时，首先要考虑器材的用途——设置保护站，在领攀过程中放置保护点，下降时起到副保护作用，等等。如果发生意外情况，跟攀者也有可能需要设置



三角塞的主动模式

保护站。当你对保护器材的使用已经相当熟悉，准备向更高难度的路线发起挑战时，可以补充一些小号岩塞和大号器材，后者的具体种类取决于路线具体情况——干燥的岩石适合机械塞，而在冰岩混合路线上，三角塞甚至岩锥可能是更好的选择。当你积累了足够多的攀登经验时，就会开始考虑将保护器材用于器械攀登的情况，因为总有些时候，你会不得不进行器械攀登。对于登山者来说，装备的灵活适应性乃是最重要的，即使这意味着额外的重量。



11 攀登力学

注意，如果你没有任何理工科背景的话，可能会觉得这一章的内容无比艰深枯燥。如果你觉得某些内容实在难以理解的话，可以先跳过这一章不看，但请记住，这些内容乃是全书大部分理论知识的基础。对于攀登过程中各方面力的作用情况，大多数攀登者都缺乏足够的了解——既不知道力的大小范围，也不清楚力的作用方向。当保护点失效时，他们会想当然地认为装备的强度不够，或者觉得这纯属坏运气使然；更糟糕的是，如果他们从来没有亲身经历过事故，就有可能盲目相信自己的技术和操作，哪怕这些技术和操作存在相当大的安全隐患。即使是攀登典籍的编著者，也有可能会在这方面犯错，所以如果你在其他地方看到与本书截然相反的说法，不要感到吃惊。

物理常识

让我们首先复习一下基本的物理常识。质量是物质的基本属性，是惯性的量度，按照国际单位制，质量的基本单位为千克（即公斤）。力是使物体产生加速度的原因，基本单位为牛顿（N）。质量和力是完全不同的两个概念，日常用语中的“重量”这个词，有时指的是质量，有时则是重力（由于地球的吸引而使物体受到的力），这样就很容易造成混乱。事实上，当你用天平称量一个物体的重量时，读数反映的是这个物体的质量，而当你用弹簧秤称量同一个物体的重量时，读数反映的则是这个物体受到的重力，即使弹簧秤上标示的单位是“公斤”而不是“牛顿”。

既然力是使物体产生加速度的原因，那么如果一个物体只受到重力作用，就会产生指向地心方向的加速度。这一加速度称为重力加速度，在地表附近的值约为 9.807 米 / 秒^2。要想让物体保持静止或匀速运动状态，就必须对它施加一个与重力大小相等、方向相反的力。对于质量为 1 千克的物体，这个力的大小约为 9.807 牛顿，也可以粗略计为 10 牛顿。

觉得难以理解吗？我们还没有开始讨论惯性的意义，以及矢量和标量的区别呢。幸运的是，这些知识对于登山者来说并不是必要的，

用某个下降保护点，或是你需要用保护器放下另一名攀登者时，下降环可以提供非常大的方便。下降环的承受力超过 10kN，而下降时绳子上的拉力通常不到 1kN，所以下降环是足够安全的；如果你仍然对其安全性心存疑虑，也可以用辅绳或者扁带套做一个副保护，具体操作方法见第 13 章。

小刀

一把方便切割绳子的小刀，无论对传统攀岩者还是登山者都是必不可少的。我自己登山时总会随身携带一把最小号的瑞士军刀，用容易崩断的细绳挂在脖子上（不要把太结实的绳套挂在脖子上，不然万一冲坠时被挂住就惨了）。直刀用来割绳，剪刀用来切割扁带，镊子则用来拔掉不小心扎在手上的刺；任何其他功能都没有必要。当你无法从绷紧的保护中解脱出来，或是需要从攀登绳上切下一段用作下降，或是不小心把衣角绞进下降器里时，瑞士军刀可以帮上很大的忙（对于衣角绞进下降器的情况，一定要使用剪刀，因为绷紧的绳子非常容易被直刀割断）。过去的登山者经常需要用小刀割断绷紧的抓结，但那是因为当时带止绳结的半扣结（Münter mule）还没有发明出来的缘故。后文会详细介绍止绳结的打法。小刀的用途还有很多，如果你看过《触及巅峰》（*Touching the Void*）等登山影片的话，就会明白我说的意思。

顶绳保护与放绳下降

进行顶绳保护时，攀登者身上的绳子向上通过上方保护站，再向下通过保护者的保护器。保护者会随时收绳，所以攀登者不可能发生很大的冲坠，整个系统基本是一个静力系统。攀登者把全部体重放在绳子上时，会对绳子产生 0.75kN 的拉力。由于保护站对绳子的摩擦作用，保护者一端的绳子拉力要小一些，大约在攀登者体重的 60% ~ 70%，也就是 0.5kN 左右，具体情况取决于绳索性能、顶端铁锁直径、绳索张角等因素。保护站必须同时承受这两个力的作用，当绳索张角不大时，保护站受到的合力约为 1.2kN，随着绳索张角的增加，合力的值会逐渐减小。如果攀登者发生冲坠，或是故意上蹿下跳，最多可以对绳子造成 1.5kN 的拉力，此时保护者一端的绳子拉力也会等比例增加，保护站受力峰值约为 2.5kN。

整个系统的安全性主要取决于保护站，如果保护站有可能失效，安全性就无法保证。保护站需要承受的力，总是大于攀登者对绳子造成的拉力，但又小于这一拉力的 2 倍。如果保护站与绳索之间的连接部件不是铁锁，而是完全没有摩擦的理想滑轮，且绳索张角为 0°，那么保护站受力就会达到攀登者对绳子拉力的 2 倍。所以说，在顶绳保护过程中，顶端铁锁对绳子造成的摩擦，可以减少保护站和保护者受到的拉力，这也是你可以给体重比你更大的人打保护的原因。

滑轮拖拽系统

滑轮系统的目的是为了减少拖拽重物需要的力，这里的重物可以是装备，也可以是需要救援的攀登者。我会在第 25 章“自救”中详细讲解滑轮系统的原理和操作技术，在这里，我只会澄清一个常见的误会。许多攀登资料都说，滑轮系统中的保护站需要非常高的强度，因为只有这样才能承受较大的拉力。事实情况则恰好相反：滑轮拖拽系统对保护站造成的拉力，比直接拖拽要小得多。例如，使用 1/3 滑轮系统进行冰裂缝救援时，保护站理论上只需要承受被救援者体重 2/3 的拉力，实际承受的拉力则更小。

动态力学与先锋冲坠

攀登安全系统的主要目的并不是承受静力，而是在领攀者发生冲坠的情况下确保安全。要分析整个系统的动态受力情况，最好的方法是先从保护者的受力情况入手，然后再分析冲坠者的受力情况。

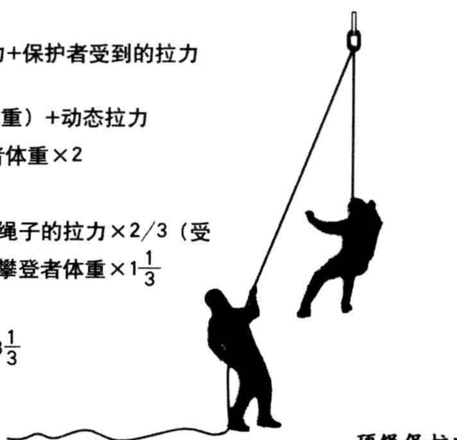
先锋冲坠会对绳子造成较大的拉力，安全

保护站受力≤攀登者对绳子的拉力+保护者受到的拉力

攀登者对绳子的拉力=静力（攀登者体重）+动态拉力（上蹿下跳或冲坠，≤体重）≤攀登者体重×2

保护者受到的拉力≈攀登者对绳子的拉力×2/3（受保护站对绳子的摩擦影响）≤攀登者体重×$1\frac{1}{3}$

保护站受到的合力峰值≤攀登者体重×$3\frac{1}{3}$



顶绳保护中的受力情况

你只要清楚1000牛顿（kN）大约相当于质量为100千克的物体受到的重力就可以了。

英制单位

美国等少数西方国家使用的英制单位系统，比公制单位要复杂得多也混乱得多，但是许多攀登技术书籍和资料采用英制单位，所以你有必要了解一些基本概念。英寸（Inch）、英尺（Foot）、英里（Mile）都是长度单位，1英寸=2.54厘米，1英尺=12英寸=0.3048米，1英里≈1.61千米（公里）。磅（Pound或Lb）可以是质量单位，也可以是力的单位，作为质量单位，1磅=0.454千克，作为力的单位，1磅≈4.55牛顿。盎司（Ounce或oz）可以是质量单位，也可以是液体的体积单位，作为质量单位，1盎司≈28.35克，作为液体体积单位，1英制盎司≈28.41毫升，1美制盎司≈29.57毫升。品脱（Pint）可以是液体体积单位，也可以是固体体积单位，作为液体体积单位时，1品脱=16美制盎司≈0.4732升，作为固体体积单位时，1品脱则不到0.4升。加仑（Gallon）是液体体积单位，1加仑≈3.785升。

静态力学

攀登运动所涉及的力学系统相对比较简单，力的来源主要在于攀登者的体重和冲坠。在这里，我会把攀登过程中的力学原理分为“静态力学”与“动态力学”两大类，前者涵盖了攀登者没有加速度或加速度较小的情况（静态悬挂、攀爬、顶绳保护、下降、装备拖拽等），后者则是攀登者发生较大加速度的情况（冲坠）。静力作用通常是稳定的，而冲坠时的动态冲力则有一个峰值，如果峰值太大，就会导致保护点失效，装备和攀登者的身体受到损伤。冲力的峰值尽管并不容易判定，但却是整个安全系统中最重要的数值。

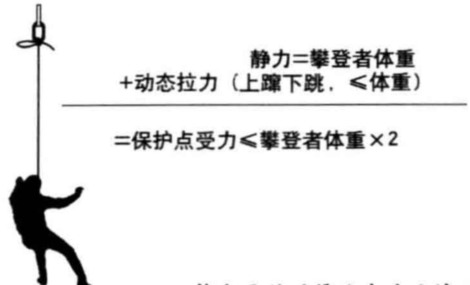
静态悬挂与下降

攀登者静态悬挂在绳子上时，绳子的拉力等于攀登者受到的重力。体重75公斤的攀登者（下同），受到的重力约为0.75kN，绳子的拉力也等同于此。

我在上一章中曾提到，根据国际标准要求，铁锁在径向受力在0.8kN以下时，锁门必须能够轻松开合。为什么是0.8kN？因为大多数攀登者的体重都不超过这个值，这样当铁锁静态承受攀登者的全部体重时，锁门的开合不会受到影响。另一方面，铁锁在开门状态下的径向承受力在7kN以上，比攀登者的体重要高整整一个数量级，所以在静态悬挂状态下打开锁门是安全的。

攀登者在测试下降保护点的强度时，经常会上蹿下跳，剧烈移动重心，给绳子造成尽可能大的冲击力。那么，绳子受力的增幅究竟有多大？测试表明，绳子受力的峰值约为攀登者体重的2倍，体重0.75kN的攀登者在蹿跳测试中，最多可以对保护点造成1.5kN的拉力。

上一章中，我们曾经讨论过“强度”和“可靠性”之间的区别。下降保护点必须做到尽量可靠，因为它是攀登者生命唯一的维系。然而，下降保护点却并不需要具备非常大的强度，因为下降过程中，保护点承受的拉力不会超过1.5kN——相当于比较结实的鞋带的强度。所以，你在设置下降保护点时，必须确保绳结和保护器材设置正确、受力方向合理、保护点不会意外松脱，但却用不着把保护点做得太过结实。



静态悬挂的攀登者受力情况

受最大的冲击力，是整个安全系统中最为关键的一环。保护的目的就是尽可能降低顶端保护点所承受的冲击力峰值。

静态保护会导致顶端保护点承受更大的冲击力，所以并不值得提倡。动态保护可以减少顶端保护点受到的冲击力，但是绳子滑动的范围越大，领攀者的冲坠距离就越长。保护必须具有一定的动态性，以免太大的冲击力致使顶端保护点失效，或者对领攀者的身体造成伤害；同时又不能太过动态，以免冲坠距离过长，导致领攀者在岩石或冰壁上撞伤，或者发生其他意外。换句话说，没有绝对完美的保护方式，究竟应该采取何种程度的动态保护，需要由保护者根据顶端保护点的强度和路线的具体情况来判断。

最大制动力

当绳子上的拉力超过保护者能够提供的最大制动力时，保护者就无法再拉住制动端，绳子会开始滑出保护器，通过动态摩擦吸收冲坠能量。我已经说过，制动力是由保护方式决定的。腰式保护法的最大制动力只有 1kN 左右，所以腰式保护不适合先锋攀登。一般保护器的最大制动力约为 2 ~ 2.5kN。半扣结处于高摩擦模式时，最大制动力约为 3 ~ 3.5kN，处于低摩擦模式时，最大制动力约为 2.25 ~ 2.5kN。以上数据均为采用单绳保护时的情况，对于半绳和双子绳，同样的保护方式能够提供的最大制动力会更小一些。

考虑到顶端保护点的摩擦作用，如果保护者提供的制动力峰值为 2 ~ 3.5kN，就意味着领攀者承受的冲击力峰值约为这个值的 1.5 倍，也就是 3 ~ 5.25kN。再考虑到绳索张角，顶端保护点受到的合力峰值约为 5.5 ~ 8.5kN。换句话说，发生比较严重的先锋冲坠时，顶端保护点的受力峰值主要是由保护者能够提供的最大制动力决定的。

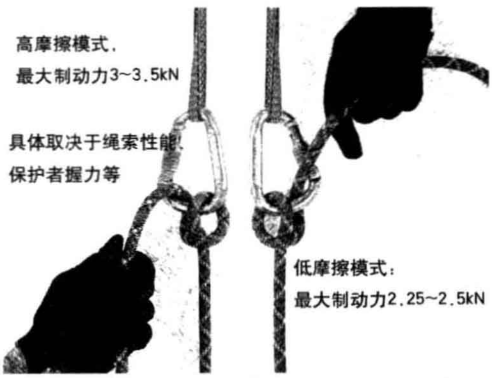
冲坠系数

冲坠系数（Fall Factor）＝冲坠距离／有效绳长。理论上，攀登者和绳索受到的冲击力，是由冲坠系数决定的，而不是冲坠距离。这是因为在相同的冲坠系数下，冲坠距离越长，有效绳长也就越长，换句话说，就有更多的绳子能够提供缓冲。把绳索想象成理想弹簧，你就很容易理解这一点。

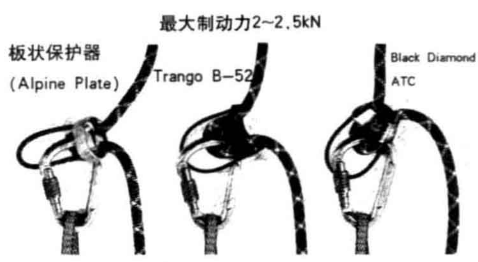
实际情况

读到这里，你应该已经对攀登过程中的力学原理有了最基本的了解。然而，上面的所有分析都是理想情况，那么，实际情况又是什么样的呢？

如果你的身体真的承受了 10kN 的冲击力，那么受伤几乎是不可避免的。然而，即使你发生系数为 2 的冲坠，实际受到的冲击力也比 10kN 要小得多。原因很简单，绳索另一端并不是系在固定点上，而是握在保护者手里。就算保护者握得再紧，也只能通过保护器



半扣结的两种摩擦模式



几种常见保护器的最大制动力范围

系统的作用就是提供足够的缓冲，把拉力峰值控制在一定范围之内，以免保护点失效，或是冲坠者的身体受到损伤。在过去，由于攀登绳索的缓冲性能比较差，保护者必须进行动态保护（让绳子从保护器里滑出一段），使保护器吸收大部分的冲坠能量。在保护器发明出来之前，保护者只能把绳子在腰上绕半圈，让腰部和手套的摩擦起到缓冲作用。今天，保护器和缓冲性能良好的攀登绳索早已普及，所以腰式保护已经没有任何必要了。

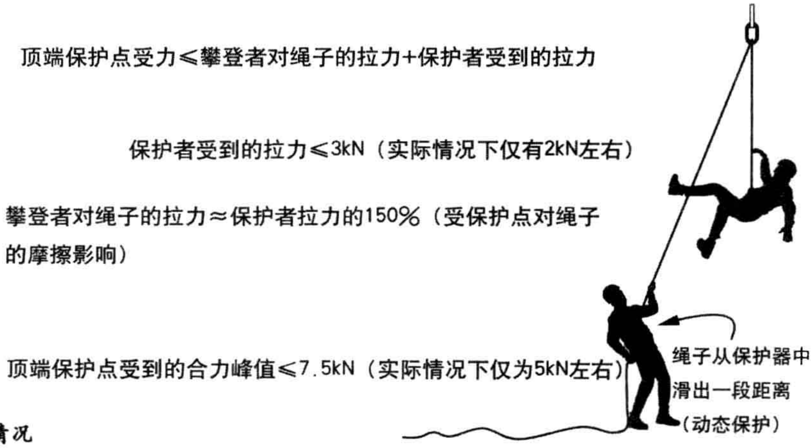
保护器／下降器的工作原理是通过摩擦作用，减少保护／下降者拉住绳子所需要的握力。一般人握紧绳子造成的静态拉力约为0.1kN，极限情况下可以达到0.18kN，但是只能维持1秒左右。这是指下降或者帮别人放绳下降时的情况。当你进行先锋保护时，由于冲坠是瞬间发生的，所以你往往来不及握紧绳子——也没必要握紧。

当冲坠者对绳子的拉力达到峰值时，保护者对绳子的制动力也会达到峰值。由于绳子本身和保护者手臂的加速度，保护者对绳子制动端的最大瞬间拉力比静态拉力要大，约为0.15～0.3kN。经过保护器的摩擦作用，这一拉力会被放大为制动力，具体数值范围取决于保护方式。如果拉住绳子需要的力超过这个值，绳子就会自动从保护器中滑出一段距离，也就是保护器自动起到动态缓冲的作用。如果保护者的整个身体被拖动一定的距离，乃至双脚离地，就会起到进一步的缓冲作用，让绳子上的拉力再减少15%左右。这一切通常是在绳子绷紧后的1秒内发生的，1秒之后，整个系统就会稳定下来，进入静态受力的状态。保护器和保护者的作用，就是在这1秒内尽量让拉力值平均分布，避免出现太高的峰值。

静态保护与动态保护

所谓静态保护，是指保护端的绳子没有发生任何滑动，仿佛系在固定物体上一样，起到缓冲作用的只有绳子本身；所谓动态保护，则是指绳子从保护器里滑出一段距离，主要的缓冲作用来自滑动摩擦。实际攀登过程中，只要发生先锋冲坠，绳子必然会发生滑动，即使对于Gri-Gri等自锁保护器也不例外。那么，这究竟是好事还是坏事？说到底，保护的基本目的究竟是什么？要想真正理解攀登安全的概念，必须弄清楚这个问题。遗憾的是，绝大多数攀登资料，包括《登山圣经》等经典教科书，对此都缺乏具体解释。

发生先锋冲坠时，顶端保护点（领攀者在冲坠之前设置的最后一个保护点）的受力方式与顶绳保护站相同，都等于冲坠端与保护端绳索拉力的合力。换句话说，顶端保护点需要承



先锋冲坠时的受力情况

端保护点受到的合力峰值仍为 5kN，但是绳子滑动的距离更短，只有 1 米左右。这里所说的是使用 10.5 毫米单绳的情况，如果你使用的是 8.3 毫米半绳，最大冲击力还要低一些，并且绳子基本不会发生滑动。使用 10.5 毫米单绳、冲坠距离为 8 米、冲坠系数为 0.2 时，冲击力峰值仍然同上，但绳子基本不会发生滑动。使用静力绳时，冲击力峰值基本不变，但是绳子的滑动距离会大得多。

总之，在较严重的冲坠中，起到最大缓冲作用的并不是攀登绳索，而是保护器与保护者。通常情况下，只有在冲坠系数不大于 0.2 时，绳索本身的缓冲作用才能体现出来。

估值与实际值的差异

我在这里采用的冲击力数据，以及其他攀登技术资料所引述的数据，全都是官方作出的估值而非实测值。在冲坠系数较高的情况下，估值与实际值的差异不大，但在冲坠系数较低时，估值明显比实际值要高。攀登绳索并不是理想弹簧，而是具有复杂结构的系统，所以当绳索本身起到大部分缓冲作用时，具体情况往往难以估计。尼龙纤维本身的弹性、纤维之间的摩擦、绳芯的结构、绳鞘的编织方式，都是攀登绳索具有缓冲性的原因。绳索的设计和制造既是一种科学，也是一门艺术。

影响冲击力的其他因素

减少冲击力的因素

攀登者的身体本身，以及用来连接身体与绳索的安全带，都是有弹性的。在实际发生的冲坠中，攀登者身体和安全带发生的形变，分别能吸收 5% 左右的冲击力。绳结在受力时也会发生形变，吸收 3% 左右的冲击力。如果保护者的身体被拖动一段距离，乃至双脚离地，冲击力还会下降 10% ~ 20%，前提是保护者有足够的活动空间。总之，在冲坠系数不是很大的时候，攀登者受到的实际冲击力比理论值要低得多。如果领攀者在设置了好几个保护点之后才发生冲坠，连接保护点与绳索的铁锁和扁带会在冲坠瞬间迅速拉直，这一过程也可以吸收极少量的冲击力。

缓冲扁带

目前市面上的缓冲扁带，例如 Yates Screamer、Petzl Nitro 等，原理是把机制扁带套以一定的方式折叠起来，然后用强度不是很高的缝线缝住，当扁带受到超过 2 ~ 2.5kN 的拉力时，缝线就会逐条撕开，通过这一过程来吸收冲坠的能量。缓冲扁带的用途是连接攀登绳索与不稳定的保护点，不是连接攀登者的身体。一般来说，缓冲扁带只有在承受冲坠时才会撕开，在静态悬挂时则不会受到影响。

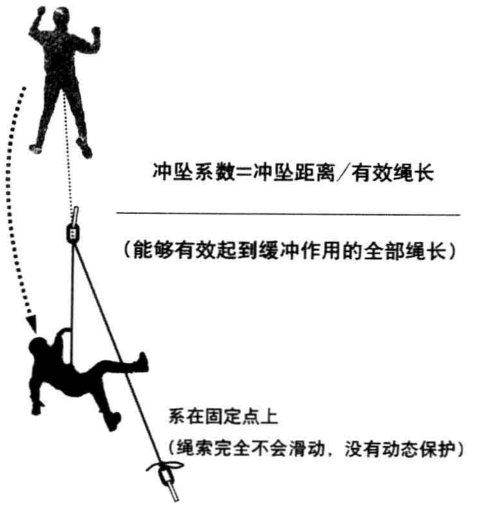
进行轨道式攀登（via Ferrata）时，攀登者需要与较长的钢质轨道相连接，一旦发生坠落，冲坠系数通常会远远大于 2。装备厂商为此专门设计了一种通过摩擦力吸收冲坠能量的缓冲装置，承受过冲坠以后，你只需要把缓冲装置中间的绳芯回归原位，就可以再次使用，不像缓冲扁带那样需要退回原厂重新缝制。

增加冲击力的因素

在运动攀岩路线上，保护点之间的距离总是很近，并且位置安排较为合理，所以挂上两三把快挂之后，基本就不可能再发生较严重的冲坠。这是运动攀登如此普及的原因之一。对于传统攀岩者和登山者来说，情况则大有不同。

摩擦力的负面效应

对于领攀者来说，绳子与岩石和保护点之间的摩擦力并不是什么好事。进行技术登山或传统攀岩时，你往往不得不选择左弯右绕的路线，导致绳子受到非常严重的摩擦，需要费一



冲坠系数

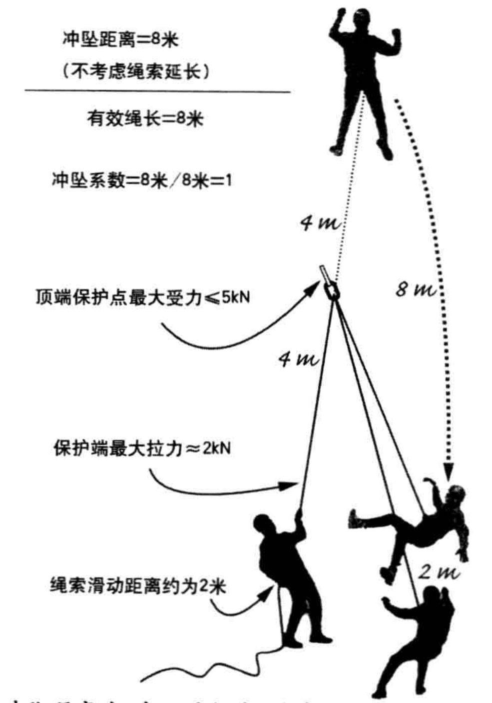
对绳子产生 2kN 左右的制动力，当冲击力超过这个值时，绳子就会滑出保护器，形成动态保护。滑动距离取决于具体情况，冲坠距离和冲坠系数越大，绳子的滑动距离也就越大。对于系数为 2 的冲坠，当冲坠距离为 8 米时，有效绳长为 4 米，而绳子的滑动距离可达 3 米左右，也就是说你会在比保护者低 7 米的地方停下来。冲坠系数为 2，意味着你还没有设置任何中途保护点，你与保护者之间是直接用绳索连接，所以你的身体所承受的最大冲击力也只有 2kN，这并不比你挂在绳子上上蹿下跳造成的冲击力大多少。当然，如果你处在保护者的位置，一定要记得戴手套。

简单地说，在实际情况下，如果你在有人保护的情况下发生了系数为 2 的冲坠，身体承受的最大冲击力只有 2kN。或许这会令你感觉非常惊讶，然而事实就是这样，你所承受的冲击力不可能超过保护者的最大制动力。

让我们再考虑一下冲坠系数为 1 的情况。假设你向上攀爬了 4 米，设好保护点，挂好锁，又攀爬了 4 米时发生冲坠。此时的冲坠距离为 8 米，有效绳长也是 8 米，冲坠系数为 1。保护者能提供的最大制动力仍为 2kN 左右，由于顶端保护点的摩擦作用，你的身体所承受的最大冲击力约为 3kN，顶端保护点受到的合力峰值约为 5kN。绳子滑动的距离略短一些，约为 2 米，也就是说你会在比保护者低 2 米的地方停下来。如果使用静力绳，绳子滑动的距离会更大一些，达到 3 米左右，其他情况基本不变。

读到这里，或许你会情不自禁地问："怎么可能是这样的？系数为 2 的冲坠造成的冲击力，怎么会比系数为 1 的冲坠还要小？静力绳也能用于先锋保护吗？为什么所有力的值都比我所预期的要小得多？"原因是，在实际攀登过程中，绳索并不是安全系统中唯一起到缓冲作用的环节。发生较严重的冲坠时，起到缓冲作用的主要是保护器和保护者。

大多数情况下，实际发生的冲坠系数很少会超过 0.3，运动攀登中的冲坠系数还要更低一些。冲坠距离为 8 米、冲坠系数为 0.3 时，保护者能提供的最大制动力仍为 2kN 左右，攀登者身体所承受的最大冲击力仍为 3kN，顶



冲坠距离为8米、系数为1的冲坠，不考虑保护者位置的变化

明，摔落和磕碰并不会影响铁锁的强度，只要没有发生肉眼可见的变形和损伤，就可以放心继续使用。如果铁锁发生了较为严重的变形或损伤，或是曾经承受过接近其承受极限的外力，那就必须淘汰。

岩石保护点

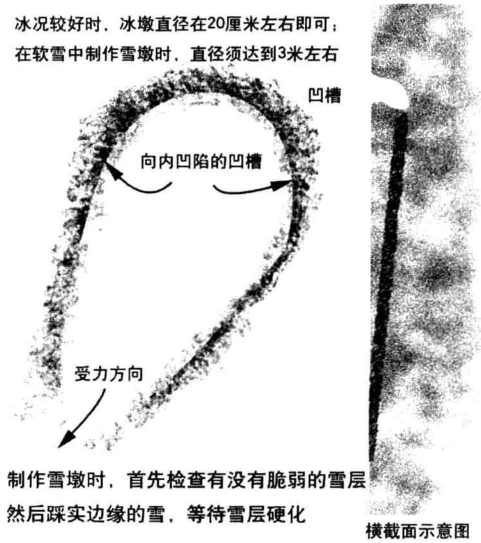
毫无疑问，强度最高的岩石保护点就是把扁带套直接绕在足够粗的树上，或者坚实的岩石突起上。许多4级路线和较为简单的5级路线都可以全程采用天然保护点进行保护，除了铁锁和扁带套／绳套之外，不需要任何保护器材。天然保护点的强度取决于扁带套或绳套的强度，机制扁带套通常在20kN左右，用5毫米普通辅绳制作的绳套则在9kN左右。

保护器材的强度标称，是厂商综合器材本身强度、连接部件（钢丝绳／扁带套）强度、器材与岩石的相互作用等因素计算出的数值。只有在岩石状况良好，保护器材设置正确时，保护点的强度才能达到器材的标称数值。通常情况下，大号（有效宽度1厘米以上）的岩塞、六角塞和机械塞，强度标称值约在10～20kN；小号器材的强度标称值则相对较低，最小号的岩塞标称强度仅为2kN，也就是只能用于器械攀登，不能承受先锋冲坠。

如果你需要用扁带套对保护点进行延长，又没有携带足够数量的铁锁，就只能直接用扁带套连接保护器材。对于预穿钢丝绳的岩塞，不要直接用平结把扁带套系在绳圈上，否则会严重影响扁带的强度。把扁带套对折，让4股扁带同时承受钢丝绳圈的压强，这样对强度的削弱就会少很多。对于用辅绳或扁带穿制的岩塞，可以直接用平结连接扁带套，强度基本不会受到影响。

冰上保护点

冰上同样可以找到天然保护点，例如基部足够牢固的冰柱。如果找不到合适的冰柱，也可以制作冰墩（Ice Bollard）或冰洞（Abalakov V-thread）。冰墩很容易达到非常高的强度，但因为只用于下降保护点，所以强度并不是问题，1kN左右就足够了，关键在于可靠性。要想让冰墩足够可靠，必须把受力边缘修整成向内凹陷的形状，并且确保绳子受力方向不会发生变化。制作冰墩需要大量的时间，所以只能是不得已而为之。



冰墩/雪墩的结构

冰洞则是一种非常可靠的保护方式，甚至比冰锥还要可靠。冰洞保护点的制作方法如下：首先清除表层的烂冰，露出坚实的冰层；用冰锥在冰面上钻两个成V字形相交的洞，最理想的夹角为60°左右；取5～7毫米辅绳或1.5厘米以下的扁带，将一头穿进冰洞一端，用钩子从冰洞另一端钩出；将辅绳或扁带两头用双渔人结或单结连接，即可作为保护点使用。V字平面的角度没有特殊要求，可以视冰况具体把握，在冰层很容易出现水平裂纹的情况下，甚至可以让V字平面与水平面垂直，如图所示。尽量在冰面凹陷处制作冰洞，避开凸起的地方。冰洞的可靠性比冰墩高得多，制作起来也更容易，只需要有一根长冰锥（16～22厘米）和抽绳用的钩子就可以

番力气才能抽动。这种情况会导致吸收冲坠的有效绳长大幅度下降，使实际冲坠系数远远大于理论值。当领攀者与保护者之间相隔 3 个以上的传统保护点时，有效绳长通常只有实际绳长的一半；如果绳子与岩石之间还有摩擦，有效绳长就更短，只有实际绳长的 1/3 左右，此时如果领攀者发生冲坠，实际冲坠系数就会达到理论值的 3 倍。如果绳子在保护点或者岩石拐角处发生了严重的扭曲，就会进一步减少有效绳长。在极端情况下，领攀者发生先锋冲坠时，保护者可能全然没有感觉，也就是整个保护系统完全处于静态状态，只有绳索本身能够起到缓冲作用。这绝不是什么好事。

用长扁带连接攀登绳索与传统保护点，可以有效减少绳子受到的摩擦。在一段绳距的开始阶段多设置几个保护点，之后尽量少设，也可以起到避免磨绳的作用。

尽管所有领攀者都不愿意在绳索很难拉动的情况下攀登，但是大多数人都意识不到其中的危险。正是因为这种危险，你才应该选择冲击力参数尽可能低的绳索，这样即使出现最不理想的情况，你必须依赖绳子起到绝大部分缓冲作用，产生的冲击力也要相对小一些。

以上内容可以总结为如下几条：

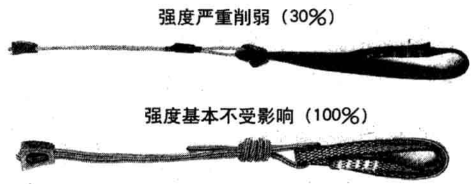
- 实际攀登过程中发生冲坠时，冲击力通常比理论值要低得多。
- 通常情况下，顶端保护点承受的冲击力最大。
- 发生较严重的冲坠时，起到缓冲作用的主要是绳索滑出保护器的过程，也就是动态保护过程。
- 发生较轻微的冲坠时，起到缓冲作用的主要是绳索本身。
- 绳索与保护点和岩石之间的摩擦，会导致攀登者和顶端保护点受到的冲击力增加。

保护系统各环节的强度

接下来，让我们分析一下在岩石和冰雪地形上进行有保护的攀爬时，保护系统各环节的强度。

个人装备

根据国际标准要求，所有个人保护装备的强度至少在 15kN 以上。换句话说，安全带比攀登者的身体更结实。把绳子连接到安全带上的绳结有许多种，任何一种都能承受 15kN 以上的冲击力。具有保护环的安全带，保护环的强度也在 15kN 以上。铁锁的实际强度通常比标称强度要高 25% 左右，也就是说，你所使用的 HMS 主锁径向承受力至少在 25kN 以上，横向和开门承受力也有 9 ～ 10kN。

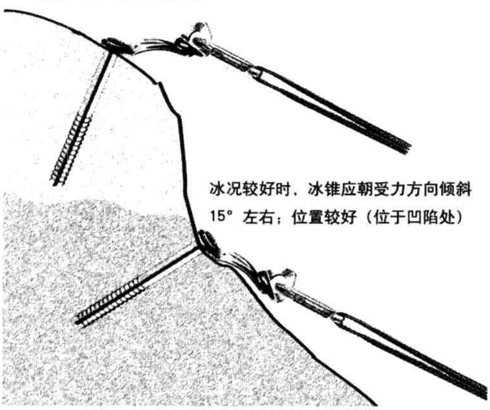


直接用扁带套连接保护器材

铁锁

所有获得许可在市场上销售的攀登用铁锁，其强度都是足够的。锁身侧面标有铁锁的承受力，其中↔代表锁门闭合时的径向承受力，按照 UIAA 和 EN 标准，D 形和梨形铁锁的最低径向承受力均需达到 20kN，O 型锁则需达到 18kN。↕ 代表锁门闭合时的横向承受力（数值标称的是锁门的承受力，锁身主体的横向承受力还要再大一些），最低值为 7kN。代表铁锁处于开门状态下的径向承受力，最低值亦为 7kN。这些数值均是通过对新铁锁进行的标准化实验测出的。厂商通常会在铁锁出厂之前，用 1/2 最大拉力对其进行测试，以确保可靠性。或许你曾听说过这样的说法：一旦铁锁从高处摔落到坚硬的表面上，就必须立即淘汰。这种说法很可能是铁锁厂商为了增加销量而编造出来的。近年来进行的若干实验表

如果你在打冰锥时，发现锥管里挤出来的不是冰屑，而是水或者比较稀薄的冰水混合物，那就说明温度太高了，冰况已经严重受到影响。实际情况下，冰锥的承受力在冰况较好时约为10kN，冰况较差时约为5kN，冰况极好时可以达到15kN。



冰况良好和较差时，冰锥的不同倾斜角度

使用2～3枚冰锥构建保护站时，冰锥应尽可能竖直排布，而不是水平排布，这不仅是为了减少保护站绳套的张角，降低冰锥受到的拉力，也是因为冰通常更容易形成水平裂纹，而不是竖直裂纹。冰锥间距越大越好，至少也要在60厘米以上，以免裂纹彼此相交，影响整个保护站的强度。如果你担心失手掉落冰锥，可以考虑Petzl Laser Sonic，这款冰锥的摇把是一枚可以自由旋转的挂片，拧冰锥的过程中，挂片可以一直扣在绳子上。

雪地保护点

雪的结构和受力状况比冰更加复杂多变，保护点的可靠程度也更不容易判断。另一方面，雪坡不可能达到像岩壁和冰壁那样的陡峭程度，所以保护的作用和意义也大不相同。

无保护器材

在软雪中制作雪墩（Snow Bollard）时，要想达到足够的强度，雪墩的直径必须非常大，甚至超过3米——这意味着非常大的工作量。实际上，如果雪如此松软的话，通常也就没有必要设置保护了。在经过沉降作用的硬雪中，直径足够大的雪墩可以达到非常高的强度，甚至可达10kN以上，但是雪层的内部结构非常难以判断，所以即使是看上去很坚固的雪墩，也可能直接被绳子勒穿。雪墩的用途主要是在坡度不是很陡的地方作为下降保护点，所以承受力不需要很大，0.5kN左右就足够了。

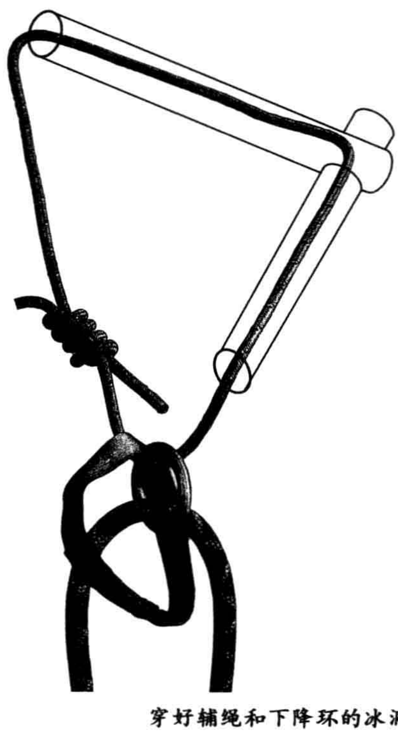
提高雪墩强度的方法不外乎两种：增大受力面积（也就是增加雪墩的直径），增加雪的硬度。用脚踩过或者用雪铲挖掘过的雪，通常在几分钟之后就会变硬，如果雪层原本含有一定的水分，有可能会变得非常硬。经过一段时间沉降的雪，比新雪更适合制作雪墩。首先规划好雪墩的位置和形状，然后用脚沿雪墩边缘踩出向内凹陷的沟槽，沟槽的宽度和深度不需要太大，只要绳子不至于意外松脱就可以了。等到雪墩边缘位置的雪硬化之后，你就可以套上绳子开始下降了。如果雪硬到用脚踩不动的程度，雪墩的直径就可以小一些，1米左右就够了，可以用冰镐挖掘。

如果你打算在坡度较陡的地方设置雪墩，用来在下面更陡的坡度上下降，一定要考虑清楚：积雪凸出的地方，最容易成为雪崩的发源地——换句话说，你在这样的地方制作雪墩，可能会破坏本来就不稳定的雪层结构，人为引发雪崩。所以在这样的地方，还是绕道或者尽快通过为妙。

前面提到过的腰式保护技术，尽管不适合先锋保护，却非常适合在雪坡上采用，因为雪坡上不可能发生严重的冲坠。采用腰式保护时，绳子最多会对你造成1kN左右的拉力，拉力再大就会导致绳子滑动，进入动态保护模式。你需要采取合适的姿势来承受这1kN的

了。由于辅绳和扁带的导热性较差，所以冰洞不像冰锥那样容易导致周围的冰融化。通常情况下，冰洞都是用作下降保护点或者顶绳保护点，强度要求不是很高，只要能承受1.5kN左右的力就可以了。在冰况较好、冰洞的两个开口相距10厘米以上的情况下，冰洞的承受力在5kN以上。在冰况非常好的时候，冰洞的最大承受力可达20kN，完全可以用作领攀过程中的保护点，但因为冰洞制作起来较为麻烦，所以不会有人真正这样做。我所知道的冰洞强度测试，都是在季节性冰壁上进行的，但是从理论上讲，在永久高山冰上制作的冰洞，应该也具有同样的强度和可靠性，至少用作下降保护点是完全没有问题的。

目前常见的冰上保护器材只有冰锥（Ice Screw）和冰钩（Ice Hook）两类。冰钩的使用范围非常有限，通常无法用来承受先锋冲坠，所以我们只讨论冰锥。现代的冰锥均为管状结构，外壁具有间距均匀的凸出螺纹，实验



穿好辅绳和下降环的冰洞

表明，冰况良好时，使冰锥保持稳固的主要原因是螺纹的咬合作用，而不是冰锥本体的杠杆作用。所以，在冰况良好时，冰锥应该朝受力方向倾斜15° 左右，而不是像传统资料所说的那样，朝与受力方向相反的方向倾斜。理想条件下，冰锥的承受力可达20kN，但是由于冰本身的不稳定性，冰锥的实际承受力可能比理论值要低得多。强度标称值为10kN的冰锥，实际承受力或许只有5kN。冰锥的承受力并不是跟长度成正比的，因为提供承受力的主要是靠近表面的冰层，如果表面冰层在冲击力的作用下发生破碎，那么冰锥本身就会发生形变而折断。所以，打冰锥之前一定要清理掉表层的烂冰，露出坚实的冰层，这一点在高山上尤为重要，因为冰川表面的冰况往往极端糟糕。有时由于冰层厚度不够，冰锥无法打到底，此时仍然要按照常规方式挂锁，不要出于减少杠杆作用的考虑，用扁带套或绳套系在冰锥杆上，因为冰锥杆在横向受力时很容易变形弯折。如果冰锥露出部分超过5厘米，就需要换一个地方打锥，或者换一根较短的冰锥。在冰况较差时，冰锥螺纹难以起到足够的咬合作用，所以冰锥方向应同受力方向垂直，或者朝与受力方向相反的方向倾斜5～15°。如果需要让冰锥发挥较长时间的保护作用，最好用碎冰覆盖冰锥露出冰面的部分，以免锥体传热导致周围的冰融化。

怎样判断冰况是否良好？一般来说，由地表径流逐渐冻结形成的冰，结构坚实而致密，外观呈透明或半透明状，这样的冰状况较好；由喷溅的水雾或者反复日晒的积雪形成的冰，充满气泡和缝隙，外观常呈乳白色，这样的冰状况较差。良好的冰层在温度较高（接近0℃）时，具有更好的可塑性，不容易形成裂纹，所以冰锥的强度也较高；温度太低会导致冰层变脆，容易形成裂纹，影响冰锥的强度。状况较差的冰层，在温度低时很脆，温度高时则容易融化，导致冰锥的螺纹完全失去作用。

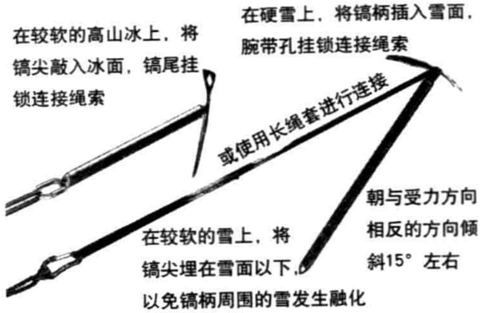


踩踏保护姿势

力的关键在于，绳子要尽可能绷紧（但也不至于影响登山者行动）；一人掉入冰裂缝时，其他人要尽可能快速反应。如果其他人反应不够快，或者绳子比较松，冲击力就很容易超过最大制动力，导致非常严重的后果。所以，在冰川上结组行军时，一定不要像某些教科书所讲的那样，把结组绳挽成几个圈拿在手里。

雪锥

专门用于雪地的保护器材主要分为两类，雪锥（Picket）与雪锚（Deadman）。雪锥通常用铝合金制成，截面为T形或折角形，长度在60厘米左右。雪锥的强度取决于雪况，特别是表层雪的软硬程度。将雪锥插入雪面时，应朝与受力方向相反的方向倾斜15° 左右，并注意把握深度，让雪锥与绳索的连接点



将长冰镐当作雪锥使用

刚好位于雪面附近。如果雪锥打得太浅，连接点位置太高，就会因杠杆作用而影响强度。如果雪锥打得太深，连接点埋在雪下，受到拉力时就会产生向外的分力，导致雪锥拔出。在软雪中使用雪锥时，通常需要打得比较深，为了避免雪锥拔出，需要在雪中挖掘沟槽，让绳索从中通过，从而改变受力方向。打好之后，踩实雪锥下方的雪，然后等待几分钟时间，待雪充分硬化之后再让雪锥受力。如果雪锥部分露出雪面，并且在雪中插得比较久，锥体周围的雪就可能发生融化，导致雪锥变松，轻轻一提就会从雪中拔出。所以，需要雪锥发挥较长时间的保护作用时，最好将锥体完全埋入雪中。通常情况下，雪锥的强度约在1 ~ 6kN，具体数值取决于雪况。如果单根雪锥的强度无法满足你的要求，就需要用两根以上的雪锥建立保护站。

长冰镐可以插入雪中当作雪锥使用。长冰镐按照测试标准分为B型和T型两类（具体区别参见第15章），B型镐柄的理论承受力约为2.5kN。如果雪况非常良好，将B型长冰镐插入雪中当作雪锥使用时，实际承受力还要再大一些，约为3 ~ 4kN。在缺少积雪的冰川上，你也可以把镐尖尽量敲入冰面，镐尾挂锁连接绳索，让冰镐起到冰钩的作用。如果你对这种做法心存疑虑，不妨考虑一下攀冰时的情况：冰爪前齿只要入冰几毫米深，就足以承受整个人的体重。如果镐尖能够入冰几厘米深，

拉力，以免发生滑坠。在雪地上挖一个足够深的坑，坐在坑底，两脚蹬住坑边缘，这样就足够了。副保护的意义并不大，因为如果雪况允许设置强度足够大的保护点，也就没有必要进行腰式保护了。在腰间挂一把铁锁，让绳子从铁锁中通过，不仅能增大摩擦，而且可以避免身体被绳子拉偏。



坐在雪坑里进行腰式保护，绳索两端均从腰间的铁锁中通过

最少的器材，最低的强度

登山队伍在攀登较陡的雪坡时，经常会需要临时性的简易保护。尽管临时保护对强度的要求不大，也必须采用正确的方法，否则就有可能导致事故。

靴镐保护（Boot–Axe Belay）——几乎所有的登山教科书都会介绍靴镐保护的基本方法。基本姿势如图所示，无论哪只脚在上都可以，但是制动手的虎口部位必须朝向受力方向，只有这样才能产生足够的制动力。在雪况良好（需要费一番力气才能把冰镐完全插入雪中），保护姿势正确的情况下，靴镐保护法的最大制动力约为 2kN；雪况较松软时，制动力则要弱得多，即使你穿着冰爪也是如此。为跟攀者进行保护时，收绳一定要足够快，否则跟攀者一旦发生滑坠，多余的绳长会导致滑坠距离增大，形成更大的冲击力。这需要一定程度的练习，因为靴镐保护的姿势并不利于收绳。



靴镐保护姿势

踩踏保护（Stomper Belay）——又称为靴锁镐保护（Boot–Carabiner–Axe Belay），是另一种常见的简易保护法。基本姿势如图所示，连接保护用铁锁的短扁带最好能固定在冰镐的腕带孔上，否则一旦保护失效，冰镐很容易丢失。踩踏保护法能够提供的制动力比靴镐保护法要低，只有 1kN 出头，所以只能用作滑坠保护，不能承受冲坠。雪况较好时，如果在绳子通过铁锁的位置打一个半扣结，就可以大大增加制动力，但是收绳也会变得更加吃力。

踩踏保护法相比靴镐保护法的优势在于，收绳和给绳都更容易，保护者的视野更广，并且腰背部更不容易疲劳。这两种保护法仅适合为跟攀者或下撤者提供保护，不适用于先锋保护。

滑坠制动（Self–Arrest）——滑坠制动姿势究竟能产生多大的制动力？测试表明，雪况良好时，在平坦的雪面上采取滑坠制动姿势，产生的最大制动力约为 2 ~ 3kN。按照结组行军通常的绳长和行进方式计算，登山者不慎掉入冰裂缝时，产生的最大冲击力约为 2kN，与滑坠制动姿势的最大制动力差不多。减少冲击

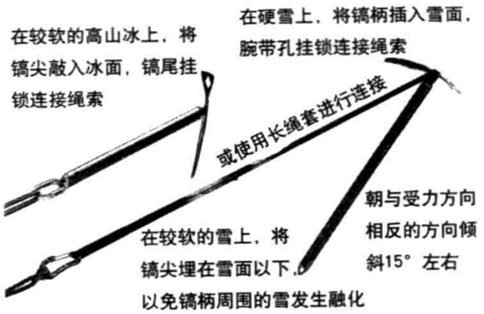


踩踏保护姿势

力的关键在于，绳子要尽可能绷紧（但也不至于影响登山者行动）；一人掉入冰裂缝时，其他人要尽可能快速反应。如果其他人反应不够快，或者绳子比较松，冲击力就很容易超过最大制动力，导致非常严重的后果。所以，在冰川上结组行军时，一定不要像某些教科书所讲的那样，把结组绳挽成几个圈拿在手里。

雪锥

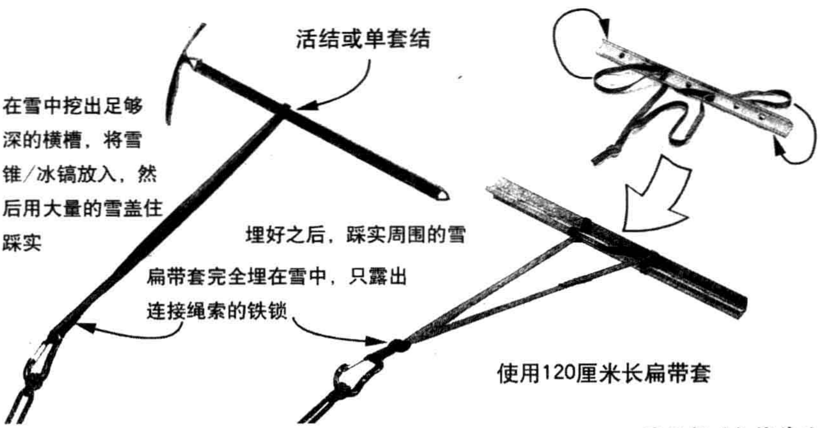
专门用于雪地的保护器材主要分为两类，雪锥（Picket）与雪锚（Deadman）。雪锥通常用铝合金制成，截面为T形或折角形，长度在60厘米左右。雪锥的强度取决于雪况，特别是表层雪的软硬程度。将雪锥插入雪面时，应朝与受力方向相反的方向倾斜15° 左右，并注意把握深度，让雪锥与绳索的连接点



将长冰镐当作雪锥使用

刚好位于雪面附近。如果雪锥打得太浅，连接点位置太高，就会因杠杆作用而影响强度。如果雪锥打得太深，连接点埋在雪下，受到拉力时就会产生向外的分力，导致雪锥拔出。在软雪中使用雪锥时，通常需要打得比较深，为了避免雪锥拔出，需要在雪中挖掘沟槽，让绳索从中通过，从而改变受力方向。打好之后，踩实雪锥下方的雪，然后等待几分钟时间，待雪充分硬化之后再让雪锥受力。如果雪锥部分露出雪面，并且在雪中插得比较久，锥体周围的雪就可能发生融化，导致雪锥变松，轻轻一提就会从雪中拔出。所以，需要雪锥发挥较长时间的保护作用时，最好将锥体完全埋入雪中。通常情况下，雪锥的强度约在1 ~ 6kN，具体数值取决于雪况。如果单根雪锥的强度无法满足你的要求，就需要用两根以上的雪锥建立保护站。

长冰镐可以插入雪中当作雪锥使用。长冰镐按照测试标准分为B型和T型两类（具体区别参见第15章），B型镐柄的理论承受力约为2.5kN。如果雪况非常良好，将B型长冰镐插入雪中当作雪锥使用时，实际承受力还要再大一些，约为3 ~ 4kN。在缺少积雪的冰川上，你也可以把镐尖尽量敲入冰面，镐尾挂锁连接绳索，让冰镐起到冰钩的作用。如果你对这种做法心存疑虑，不妨考虑一下攀冰时的情况：冰爪前齿只要入冰几毫米深，就足以承受整个人的体重。如果镐尖能够入冰几厘米深，



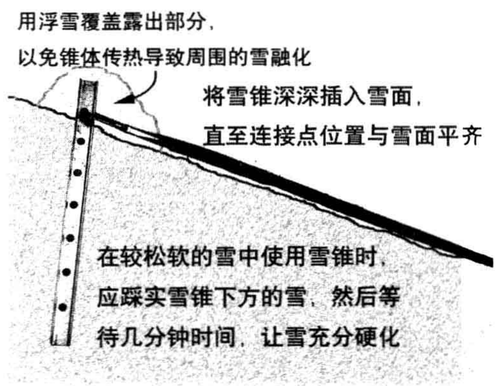
将雪锥/冰镐作为雪锚使用（横埋）

承受力就可以达到 2kN 以上。

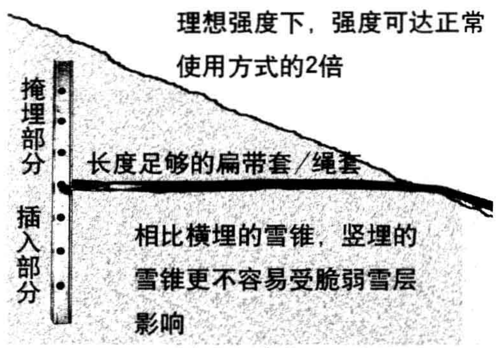
雪锚

任何埋在雪中作为保护点的物体都可以称为雪锚。设置雪锚时，通常先在雪中挖掘沟槽，确定绳索的走向和受力方向，然后把雪锚掩埋成与受力方向垂直的角度，最后踩实周围的雪，等待几分钟时间，让雪充分硬化。横截面积越大的物体，用作雪锚时的承受力就越大。滑雪板、踏雪板、雪锥、冰镐、背包、头盔、帐篷等物品都可以当作雪锚使用。雪锚可以达到非常大的强度，我曾亲自做过实验，把一块滑雪板埋在雪下十几厘米处作为雪锚（用扁带打活结连接，以免滑雪板边缘割断扁带），然后由一整队登山者拼命拉拽，滑雪板丝毫没有松动。在完全相同的雪况下，直径 2.5 米的雪墩，只由 3 名登山者用力拉拽就失效了。

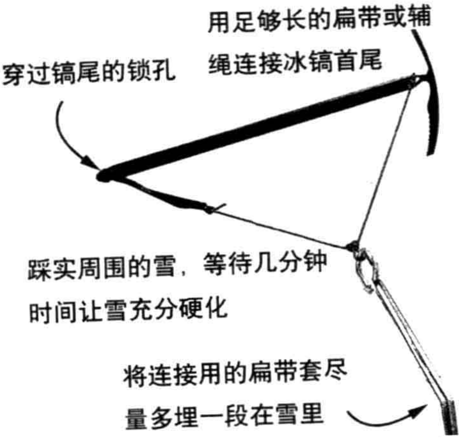
雪况良好（雪质较黏稠，温度不是很低）时，用雪锥做成的雪锚，承受力可以达到 8kN——接近雪锥本身的机械强度。如果雪况松软，温度较低，同样的雪锚承受力可能只有 1kN。将雪锥中点作为连接点，当作雪锚来使用，理论上可以达到相当于正常用法 2 倍的强度。如果有条件，可以用足够长的扁带连接雪锥两端，再把扁带中点作为主保护点跟绳索连接，这样可以进一步提高强度。不要用扁带打单套结套在雪锥外面，否则扁带受力很容易导致雪锥变形。埋设好雪锚之后，一定要记得踩实周围的雪，以增加雪锚的强度。如果你



雪锥的正常使用方式（插入雪面）



将雪锥作为雪锚使用（竖埋）



将长冰镐作为雪锚使用（横埋）



用雪铲和踏雪板制作临时雪锚

不得不在非常松软的雪中埋设雪锚，最好埋设2～3个，构建成保护站。关于保护站的具体构建方法，我会在下一章中详细解释。

竖埋——将雪锥作为雪锚使用时，既可以横埋也可以竖埋。只要绳索受力方向合适，竖埋的强度可比横埋高出20%，并且在较硬的雪中更容易设置。雪况非常良好时，竖埋的雪锥可以承受高达9kN的拉力，直至雪锥本身变形失效为止。横埋雪锥如果正好处于较脆弱的雪层处，受力时就有可能破坏雪层，竖埋雪锥则不容易受到脆弱雪层的影响。

综上所述，在强度方面，正常插入雪面的雪锥＜作为雪锚横埋的雪锥＜作为雪锚竖埋的雪锥。

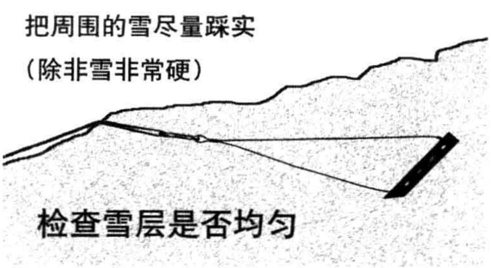
长冰镐也可以当作雪锚使用。冰镐柄的承受力比雪锥大，所以可以用扁带打活结或单套结连接。如果想进一步提高强度，也可以用足够长的扁带或辅绳连接冰镐首尾两端，然后把扁带中点作为主保护点跟绳索连接。

板状雪锚：糟糕的选择

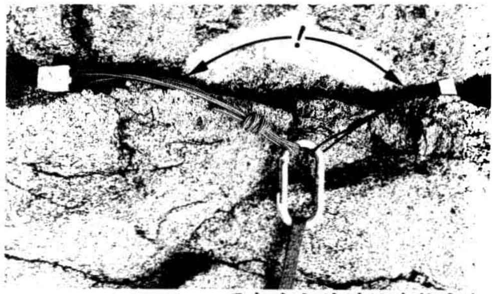
除了用雪锥、冰镐等物体当作雪锚之外，还有一种专用的雪锚，其实就是一块金属板，边缘预穿有钢丝绳，用来把金属板固定在合适的角度。生产厂商声称，这种板状雪锚在受力时会越陷越深，起到自动增加强度的作用。

尽管板状雪锚的销路似乎并不坏，但在我看来，它们能够发挥的作用完全对不起它们的价格和重量。板状雪锚的机械强度通常只有6kN，雪况不够理想时，实际承受力还要再低一些。那种横截面成U形的板状雪锚，比横截面成V形的表现略好一些，但是二者都不算尽如人意——既可能在受力时直接松脱，又可能偏向一侧而松脱，还可能向下钻到雪层与冰川冰的分界线处，然后沿着冰层表面滑脱。(所以如果要埋设板状雪锚，一定要检查雪层是否均匀。) 相比之下，雪锥不仅价格便宜，重量轻，而且可靠性和实用性也高得多。紧急情况下，你可以用辅绳或长扁带套连接雪铲或踏雪板，制成临时性的雪锚，具体方法如图。雪铲和踏雪板具有更大的受力面积，所以可以提供更大的承受力。

单比受力面积，板状雪锚与雪锥差不多：长60厘米、底面宽5厘米的雪锥，与长20厘米、宽15厘米的板状雪锚具有相同的受力面积。然而，板状雪锚的受力面与受力方向并不是垂直的，而是成一个角度，所以有效受力面积要更小一些。如果你万不得已必须要使用板状雪锚的话，一定要尽可能埋深，并且把周围的雪尽量踩实。使用两个以上板状雪锚构建保



正确埋设的板状雪锚



两个岩塞的错误连接方式

护站时，一定要水平排布，不要上下排布，否则一旦其中一个雪锚失效，就会影响到另一个。不要用板状雪锚与其他雪地保护点一起构建保护站，因为板状雪锚受力时会发生不可预知的移动，导致保护站无法维持均衡。

数量≠强度

雪地保护点的强度主要取决于周围的雪况，而不是保护点本身的机械强度，所以增加保护点的数量并不一定能增加总体强度。在过去的攀登教科书中，经常会有两支冰镐彼此垂直、共同作为雪锚埋设的插图。事实上，与其这样埋设，不如把两支冰镐一左一右埋设，中间隔开一定的距离，然后用长绳套连接成保护站。决定承受力的并不是冰镐本身，而是冰镐周围的雪层；如果一支冰镐失效，就意味着周围的雪层遭到破坏，附近的其他冰镐也都会失效。只有两支冰镐相隔足够远，才能免受彼此的影响，这就是保护站需要长绳套的原因。

雪地保护点失效的过程往往是瞬间的、不可预料的，并且后果可能会非常严重：你不仅有可能会滑坠，还可能被突然拔出的雪锥或冰镐扎伤。如果雪锥或者作为保护点的冰镐发生肉眼可见的移动，立即调整姿势，不要再让绳子受力。

总结

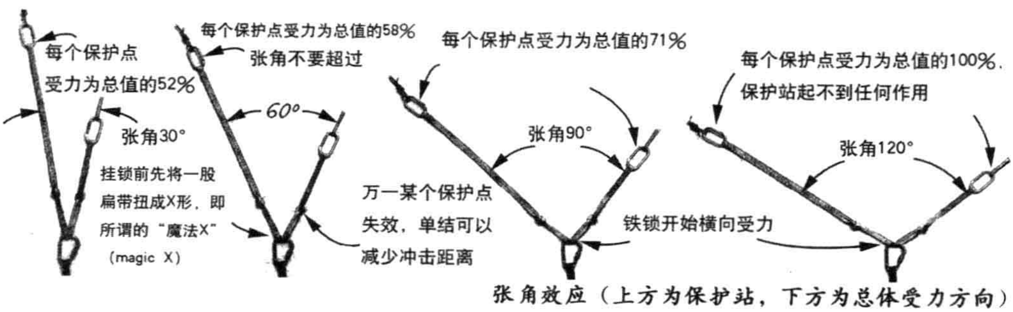
UIAA 对所有攀登装备的强度都有最低标准要求，所以在安全系统中，最重要的不是装备本身的强度，而是每一个保护点的可靠性。攀登安全主要取决于攀登者建立可靠的保护点、采取可靠方式进行保护的能力。

力的增加

如果安全系统的结构不够合理，保护点承受的力可能会发生不必要的增加。增加的具体机制主要有两种，张角效应和滑轮效应。

张角效应

用两个保护点构建保护站时，只要绳套或扁带套形成一定的张角，就会使每个保护点承受的力超过保护点总体受力值的 50%（假设两点均衡受力），这是由基本的三角函数原



张角效应（上方为保护站，下方为总体受力方向）



扁带套偏短的后果。使用长扁带套，可以有效缓解张角效应

理决定的。张角为 30° 时，每个保护点受力值约为总值的 52%。张角达到 60° 时，每个保护点受力值约为总值的 58%。如果张角达到 120°，每个保护点受力值就等同于总值，此时保护站不仅没有起到任何作用，还会使保护点的受力方向偏离预定方向。

要想降低张角效应的影响，保护点的分布方向必须尽可能与保护站的总体受力方向相同，而不是与之垂直。换句话说，如果总体受力方向朝下，那么保护点最好的分布方式就是一上一下，而不是一左一右。

用扁带套在岩石上作为天然保护点时，也会出现类似的情况。如果扁带太短，就会形成非常大的张角，导致每股扁带的受力值等于甚至大于保护点的总体受力值。使用长扁带可以有效缓解这一状况，如图所示。

进行溜索（Tyrolean Traverse）、走扁带（Slackline）等运动时，钢索和扁带通常会拉得非常紧，张角接近 180°，从而对两侧保护点产生远大于参与者体重的作用力。所以，在进行这一类的运动时，务必确保钢索／扁带和两端的固定点都足够结实。

在固定绳索保护下进行横切时，出于同样的原理，保护绳也有可能会承受非常大的作用力。所以，登山过程中尽量不要采用固定绳索横切技术，如果必须横切的话，务必让绳索足够松弛，并且保证两端的保护点具有足够的强度。

攀登过程中，如果两个保护点同时受力，一定要用长度足够的扁带套或绳套来连接，否则就很容易出现严重的张角效应。如图所示，一旦攀登者发生冲坠，两个岩塞都会受到比总体冲击力更大的作用力，并且铁锁会横向受力，所以这两个岩塞的连接方式实在不合适。

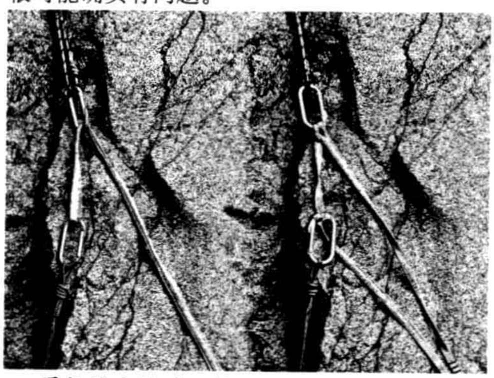
滑轮效应

前文中已经提到过，发生先锋冲坠时，顶端保护点受到的冲击力 = 保护者的制动力 + 攀登者受到的冲击力。这就是滑轮效应的例子，顶端保护点起到了定滑轮的作用。

攀登过程中，为了控制保护点的受力方向，有时会用第二个保护点对其进行固定。如图中左侧的固定方式，乍一看似乎十分完美：上面的机械塞用来承受冲坠，下面的六角塞则用来控制机械塞的受力方向。然而，仔细分析一下，你会发现由于滑轮效应的作用，机械塞的受力值约为理想值的 2 倍——也就是攀登绳索受到的冲击力的 4 倍。

解决方式很简单，采取图中右侧的固定方式，用双套结连接扁带套与两个保护点，即可消除滑轮效应的作用，同时又让两个保护点都能正常发挥功效。

在攀登运动中，类似的错误例子还有很多。如果你具有足够的物理学功底，或许可以仔细分析每一次的具体情况，但如果你像我一样，脑筋转得不够快的话，那最好还是把正确的保护设置方式养成习惯，然后按照习惯去做。如果某种设置方式让你看起来不爽，那它很可能确实有问题。



滑轮效应的错误例子，以及解决方式（右）



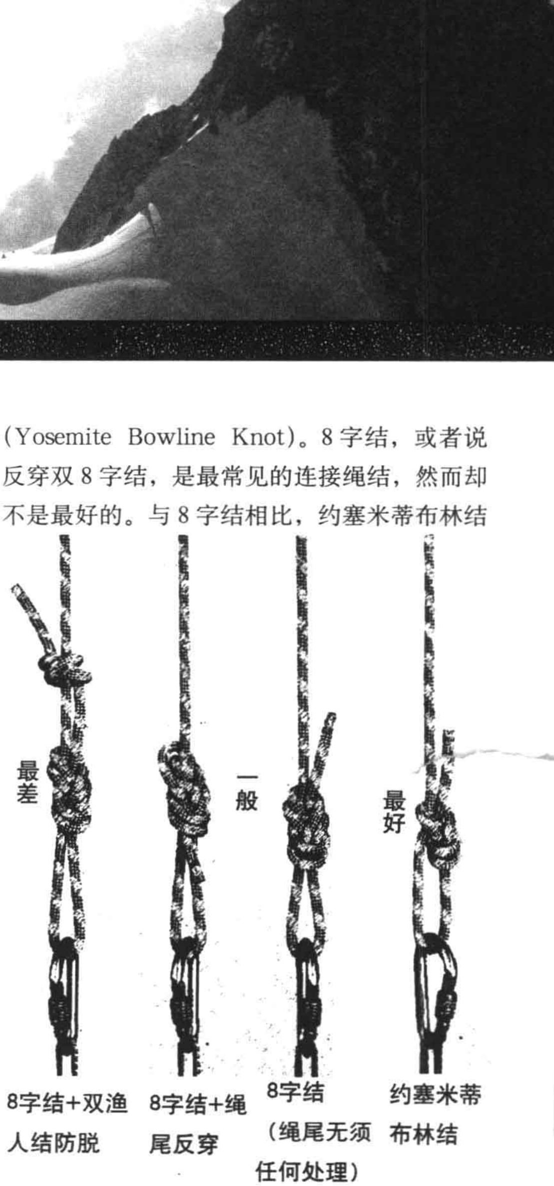
12 保护站

现在，你对于保护器材和攀登运动中的力学原理已经有了基本的了解，我们可以进一步讨论保护站的设置方法了。

攀登过程中，使用绳索等保护装备建立安全系统的唯一目的，就是防止攀登者冲坠或滑坠导致严重的后果。然而，这样的安全系统也有一个问题，就是会拖慢攀登速度。这就意味着攀登者需要在路线上暴露更长的时间，更有可能遭遇各种客观危险。如果你不懂得如何安全有效地设置保护的话，使用绳索攀登就没有任何意义。在讨论保护点与保护站的设置方式之前，让我们先来看一看绳索与安全带的连接方式。

绳索与安全带的连接

假设你已经用正确的方式穿好了安全带，你的搭档也是如此。现在，你们要做的就是把绳索连接到安全带上。具体的连接方法有很多种，但是值得我们关注的只有两种：8字结（Figure Eight Knot）与约塞米蒂布林结（Yosemite Bowline Knot）。8字结，或者说反穿双8字结，是最常见的连接绳结，然而却不是最好的。与8字结相比，约塞米蒂布林结



常见的连接方式（为方便比较，用铁锁代替了安全带）

不仅没有任何缺点，还在好几个方面都有很大的优势。

我知道你想要说什么——8 字结与布林结之争可算是由来已久，在网上很容易就能搜到大量的辩论文章。遗憾的是，这些文章所表达的通常只是个人观点，缺乏具体的事实论据。

8字结

尽管我不建议你使用 8 字结，但是你周围的人们有可能会用，所以你还是需要对 8 字结的形状和打法有所了解，以便检查别人的绳结是否打错。单 8 字结反穿成双 8 字结的方法详见附录部分。

那些盲目推崇 8 字结的人往往会认为，8 字结打好之后还需要再补一个防脱结，例如在绳尾上打一个双渔人结。事实上，多年前研究人员就已经通过测试得到了结论：任何形式的防脱结对 8 字结的强度和可靠性都没有任何帮助，只会平白增加操作的复杂程度，浪费时间和精力。如果你留出的绳尾长度足够再打个双渔人结的话，那你的 8 字结就绝对不可能松脱，所以也根本不需要“防脱结”。在攀登运动的整个历史上，从来没发生过任何一例打好的 8 字结在使用过程中失效的事故。那些与 8 字结有关的事故，无一例外都是因为绳结没打好甚至没打完而导致的。最著名的例子，或许是攀岩高手琳恩·希尔（Lynn Hill）从 21 米高的“冷餐”（Buffet Froid）路线顶绳下降时，发生的 8 字结松脱事故——事故的原因是她在开始攀爬之前并没有把结打完，而她的搭档也没有检查她的绳结。8 字结的反穿过程比较麻烦，如果你在打结时因为其他事情而分心，就很容易忘记把结打完——这是 8 字结的缺点之一。

由于传统的双渔人“防脱”结实在太过麻烦，今天的许多运动攀岩者开始采用简单反穿的方式处理 8 字结的绳尾。这样并不会起到增加强度或安全性的作用，但是的确可以让 8 字结在受力之后更容易解开。如果你对 8 字结的安全性实在放心不下，可以到附录部分中学习 9 字结（figure nine）的打法。9 字结其实就是多绕了半圈的 8 字结，强度比标准 8 字结略大一些，打法则要麻烦得多。

约塞米蒂布林结

通过反穿方式收尾的布林结早已有之，只是近些年来才被叫做“约塞米蒂布林结”。相比 8 字结，约塞米蒂布林结的强度更大，打法更容易，操作速度更快，受力之后更容易解开，还有很多其他优势。初学者要掌握约塞米蒂布林结的打法，可能要费一些工夫，但是一旦熟练掌握就基本不可能出错，哪怕你是在风雪交加的黑暗中用单手打结。

约塞米蒂布林结的打法有好几种，这里介绍的是最方便、最不容易出错的一种，可以像图中那样单手打结，也可以用另一只手辅助。绳尾反穿已经起到了很好的防脱作用，比双渔人结收尾要好得多，没有必要再添加额外的防脱结。最终留出的绳尾长度最好在 15 厘米左右。整个过程共分 8 步，并不比反穿 8 字结更复杂，并且只要你完成了第 5 步，就已经打好了一个基本的布林结，此时你即使意外发生冲坠也没有关系，而不是像 8 字结那样，不打完就起不到任何保护作用。顺便说一下，基本的布林结尽管具有很高的强度，但是有可能因为抖动和刮擦而松脱，所以接下来的 3 步也是必要的。

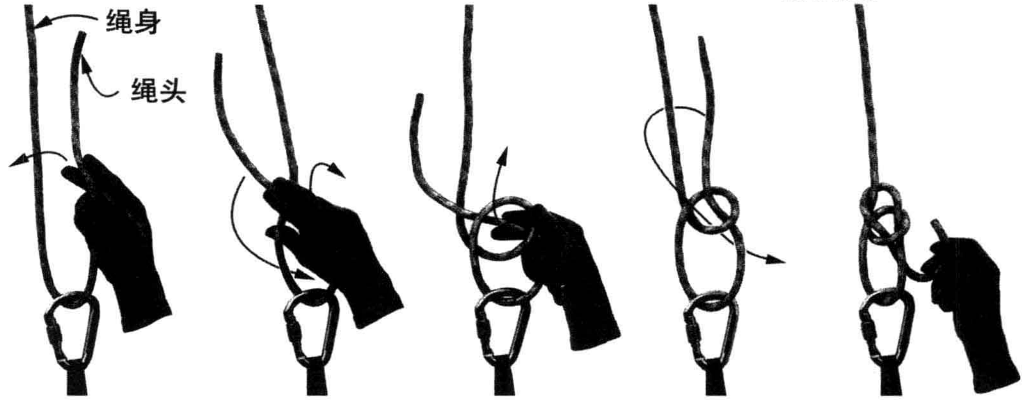
8字结vs约塞米蒂布林结

那些习惯了“8 字结是最佳绳结”说法的人，读完这一段，或许会提出抗议：8 字结不是最可靠的绳结吗？没错，打法正确的 8 字结的确非常可靠，但是打法正确的约塞米蒂布林结也是一样，绝不可能在使用过程中意外松脱，所以 8 字结在这一点上并没有什么优势。另一方面，8 字结的打法太过复杂，很容易因

手掌朝上，将绳子夹在食指与中指之间，留出长度相当于绳索直径20~30倍的绳头

手掌朝下，将绳头压在绳身上，食指和中指夹着绳头向内翻，然后再向上挑，让绳头从绳身形成的环中穿过，动作连贯，一气呵成（这是打结过程中最关键的步骤）

绳头从绳身后面绕半圈，然后再反向穿过绳身形成的环，这样就形成了基本的布林结



拉紧绳头，这样约塞米蒂布林结就打好了

用绳头沿绳身的走向反穿回去

最后留出的绳尾长度约15厘米

背面形状



约塞米蒂布林结的打法

8字结vs约塞米蒂布林结		
特点	8字结	约塞米蒂布林结
更常见	√	
强度更高		√
结构更简单，更容易分辨对错		√
打结速度更快		√
受力后更容易解开		√
方便单手打结		√
体积更小，消耗绳索更少		√
可以横向受力		√

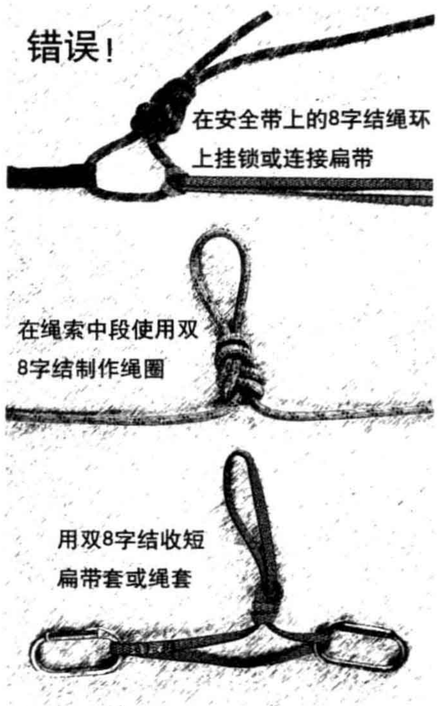
为忙乱或是心不在焉而出错，连琳恩·希尔这样的世界级攀岩高手也不例外。相比之下，结构更简单的约塞米蒂布林结就没那么容易出错，即使万一出错也更容易发现。

我自己曾对8字结和约塞米蒂布林结进行过多次强度测试，测试方法是用同一条材质均匀的绳索两端分别打上8字结与约塞米蒂布林结，然后施加极大的外力拉伸，直到某一端的绳结失效为止。测试结果，无论绳索处于干燥、潮湿还是冻结状态，约塞米蒂布林结都轻松胜出。当然，无论是8字结还是约塞米蒂布林结，以及其他一些绳结，其强度都比连接用绳结所需要的强度要大得多，所以强度上的优势并不是选择约塞米蒂布林结的理由。对于登山者来说，约塞米蒂布林结最重要的优势在于方便、快捷，受力之后仍然很容易解开。如果你曾经尝试过在精疲力竭的状态下，用戴着手套的双手解开一个受力拉紧过的8字结，一定知道难度有多大；如果8字结不仅很紧，而且处于潮湿或冰冻状态，要想解开简直是不可能的。

绳结的横向受力状态（Ring–Loading）是指绳结横向承受较大的作用力，如图所示。登山过程中，由于安全带连接的装备和绳结比较多，你很容易把铁锁或扁带连错位置，导致绳结处于横向受力状态。这种状态下，8字结如果事先没有拉紧，就很容易翻滚变形，致使强度大幅度下降。约塞米蒂布林结则没有这个问题，不过你也最好不要养成让绳结横向受力的坏习惯。

进一步否定8字结

与反穿8字结一样，双8字结尽管常用于扣锁连接安全带或保护点，但也并不是攀登者最好的选择。与单结相比，双8字结的打法更复杂，更容易出错，唯一的优势是受力之后相对较容易解开。当你只需要一个不受力的副保护绳结时，这一优势没有任何意义，所以你完全可以用单结代替双8字结。如果绳结需要受力，例如用在顶绳保护站的长绳套上，那么双8字结或许值得一用，但最好在结目中留一把铁锁，这样8字结在受力之后会稍微好解一些。另一方面，双8字结需要消耗比单结更多的绳长，所以当保护站绳套的长度有限时，最好使用单结。双渔人结比双8字结更适合用作下降绳的收尾结，蝴蝶结比双8字结更适合在绳索中段制作绳圈，约塞米蒂布林结则在绝大多数场合下都可以替代8字结。总之，应用最广泛的未必是最好的，你用不着盲目模仿别人的做法。



8字结的横向受力：错误的做法

保护点

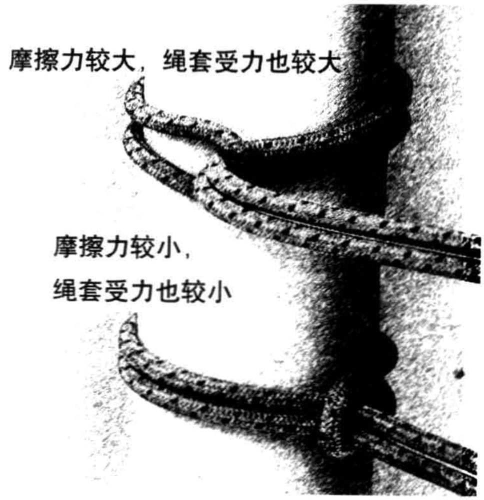
现在你已经学会了把绳索连接到安全带上的方法，下一步就是合理设置保护点，确保攀登过程中的安全。在这本书里，“保护点”指单个的保护器材或天然保护点，“保护站”则是指两个或两个以上保护点共同构成的保护系统。让我们首先谈谈单个的保护点。

天然保护点

许多 4 级路线和难度较低的 5 级路线，都可以采用天然保护点和扁带套作为主要的保护方式。天然保护点通常强度非常大，不需要额外的保护器材，对受力方向的限制较小，并且比较容易设置。

遇到突起的坚实岩石棱角时，最常见的做法是用绳套或扁带套在上面打一个单套结（Girth Hitch）。单套结的基本原理是把外来的拉力转化为绳套的收缩力，进而转化为摩擦力。另一方面，这就意味着绳套在受力点处会折回来，与自身形成一个夹角；由于滑轮效应的作用，在同样的外来拉力作用下，夹角越接近 0°，绳套所承受的力就越大。这等于是变相降低了绳套的强度，在上面一幅图所示的情况下，绳套强度下降的幅度可达 50% 以上。而如果夹角太大，单套结就无法在受力时有效收紧。用单套结连接同样质地的两条扁带套，会导致强度下降 30% 左右，而用铁锁连接则可以维持 100% 的强度。所以说，单套结并不是一种完美的连接方式。

如果你需要让绳套在受力时发生一定程度的收紧以免滑动，可以采用由单结变体而来的活结（Overhand Slip Knot）（没必要使用双套结，那样太麻烦了，并且双套结在不受力时并不会收紧）。只要天然保护点是开放式的，允许你把活结形成的绳环套在上面，就要尽量使用活结而不是单套结。此外，活结比单套结消耗的绳长要少，对于直径较粗的天然保护点

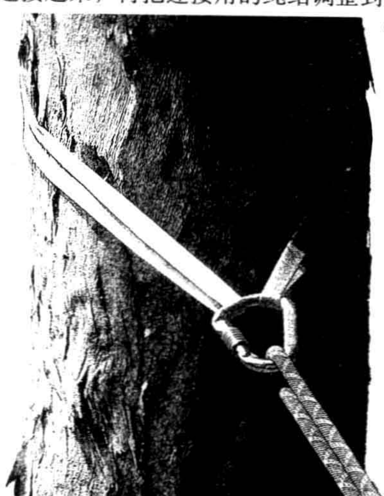


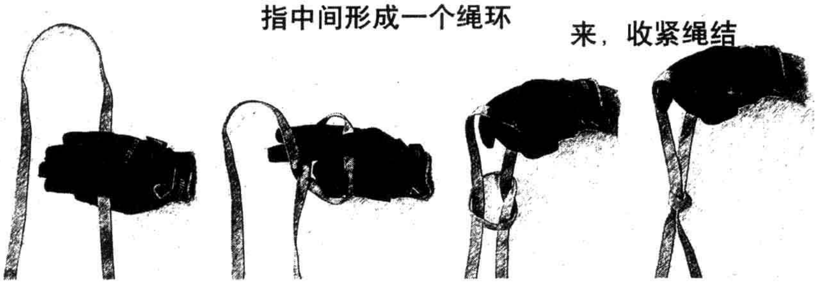
单套结

来说，这一点很重要。

如果天然保护点是一棵大树，或者两端都无法套绳的岩柱或冰柱，那就用尽可能长的绳套或扁带套直接绕在上面，用铁锁连接，如图所示。这样可以达到更高的强度，但是对受力方向的限制比较大。注意，图中使用了梨形铁锁较宽的一端连接扁带套的两头，这样可以减少横向受力造成的影响。

最理想的做法是把扁带套解开或切开，在树干或岩柱上绕两圈或更多圈，然后把两头重新连接起来，再把连接用的绳结调整到受力最


强度比单套结大，但是受力方向较为固定



活结的打法

小的位置，如图所示。你也可以用铁锁连接长绳套来达到同样的效果，但要注意别让铁锁的脊部受到太大的侧向应力。这样既可以达到最高的强度，受力方向又有相当大的自由度，但是操作也相对麻烦一些。

在有树木生长的地方，树干往往可以成为非常好的天然保护点。健康的树即使直径只有几厘米，也具有非常强的承受力。在树上固定扁带或绳套时，注意不要对树皮造成损害，因为树皮是树木仅有的营养物质运输通道。

放置保护器材

保护器材的放置是攀登中最重要的基本技能之一。登山过程中，保护点之间的距离通常很远，所以每个保护点的可靠性就显得尤为重要。你可以通过学习掌握放置保护器材的基本要领，但要达到熟练、高效，大量的经验是必不可少的。如果你在这方面还是个初学者，最好能由经验丰富的攀登者亲手指点，这样可以达到事半功倍的效果。即使你已经具备了丰富的经验，对于之前所不熟悉的装备，仍然需要一定的时间来试验和适应。或许你在每次设置保护点的时候，心中都会怀疑："这东西究竟能承受多大的力量？"直到有一天，保护点真正承受住了你的先锋冲坠，才能打消你心头的疑虑。现在，就让我们简单讨论一下常见保护器材的放置方法。

入门要领

初学时应站在平地上练习，不要贸然在路


绳结处于受力最小的位置。如果扁带够长，可以再多绕一圈



用铁锁和长绳套代替扁带，受力方向具有相当大的自由度

线上尝试，以免发生危险。绝大多数岩石保护器材的结构都是不对称的，所以在同一个位置上可以多尝试几种不同的放法。设好一个保护点之后，可以朝不同的方向用力拉，甚至用哑铃或岩锤挂在扁带上用力丢出，模拟冲坠时的情况（别忘了戴上头盔和护目镜）。如果受力方向不尽如人意，可以尝试再设置一个保护点，用来限制受力方向的变化。学会基本的放置方法之后，可以多设几个保护点，彼此连接成保护站，看看需要花多长时间。在顶绳保护下模拟先锋攀登，同一条路线多攀爬几次，跟你的搭档彼此检查保护点的设置情况。在比较简单的路线上尝试顶绳保护下的模拟器械攀登，因为器械攀登要求你设置大量的保护点，所以可以提供非常多的实践机会，让你了解保护点受到一定拉力时的反应。等到你积累了足够的信心之后，就可以在 5.10 左右的裂缝路线上进行真正的器械攀登了。如果你认识经验丰富的传统攀岩者，可以说服他们带你一起去攀登，在跟攀过程中留心保护点的设置方式。如果他们肯保护你攀爬比较简单的路线，并对你设置的保护点做出中肯的评价，那就再好不过了。等到你有信心设好每一个保护点的时候，就可以算是出师了。

岩塞

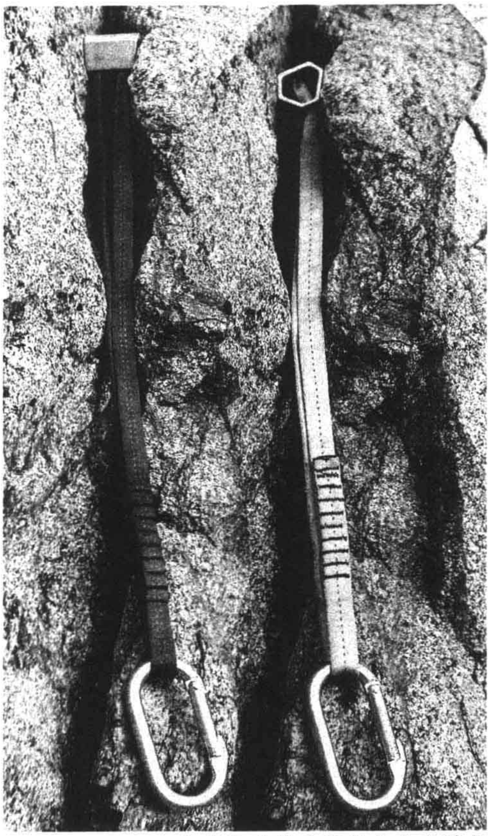
我们首先假设你用不到挂片或者岩锥。如果你在登山时遇到前人留下来的岩锥，可以在附近设置你自己的保护点，然后跟岩锥连接成保护站。如果你在登山时遇到生了锈的铆钉和挂片，就当它们不存在。这样说来，你最有可能用到的保护器材就要数 Nut、Chock、Rock、Stopper、Taper、Wire——这些说法其实指的是同一种东西：岩塞。岩塞或许是最容易放置的保护器材：只要找一条大小合适、朝最可能的受力方向收缩的岩缝，让岩塞卡在里面就可以了。受力方向一般为向下，但在某些情况下也可能向外，这时如果岩塞放置得不够妥当，就有可能从岩缝中拔出。放置岩塞时，应先清理岩石表面的泥土和灰尘，对于花岗岩，还要小心那种凸起的小块石英晶体，因为石英晶体会造成岩塞已经放置稳当的假象，但在受到冲击力时很容易松脱。放好岩塞之后，朝受力方向用力拉一把，让岩塞尽量稳固地嵌在岩缝里。如果你对放好的岩塞心存疑虑，最好拆除重来。如果岩缝里有薄冰或积雪，尽量用冰镐清理干净，然后再放置岩塞。



用辅绳穿制的岩塞

六角塞

六角塞的放置难度比岩塞要高一些，但是比较容易判断是否已经放置妥当。不要总是把六角塞当成岩塞来使用——学会采用主动模式放置六角塞，让它们发挥类似机械塞的作用。

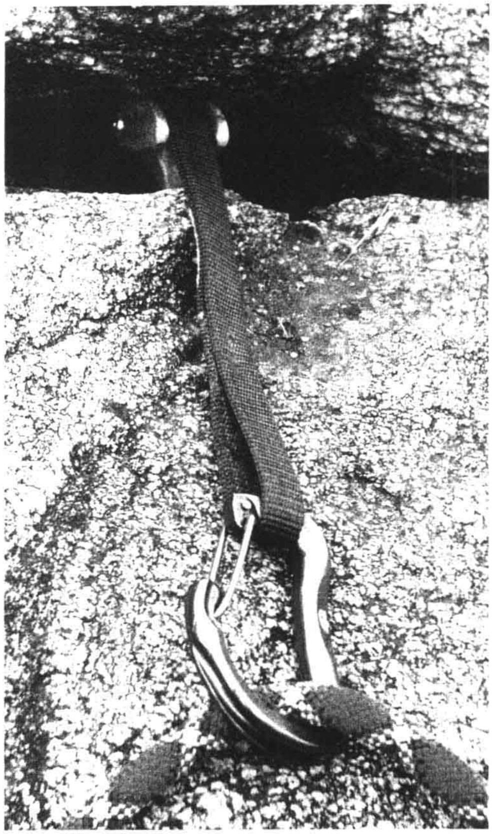


六角塞的被动模式与主动模式

用主动模式放置六角塞通常并不是一件容易的事，你可能需要把手指伸进岩缝里，甚至要用双手操作。设好六角塞之后，朝受力方向用力拉一把，让塞子与岩石之间形成足够的摩擦。

三角塞

三角塞也可以用被动模式放置，侧面接触岩石表面，但是最常用的还是主动模式。采用主动模式时，三角塞可以放置在横向的岩缝中，也可以放置在略成开放型（内窄外宽）的岩缝中，这些都是绝大多数保护器材无法做到的。放置三角塞的基本原则是让尖端尽可能抵在凹坑里，或是卡在凸起处的背后，同时要保证另一面只有两侧凸轮接触岩石表面，扁带与岩石不会发生摩擦。最后的结果是三点式受力，即尖端和两侧凸轮受力。放好三角塞之后



放置在横向岩缝中的三角塞

不仅要朝受力方向用力拉一把，让塞子嵌在岩缝里，还要左右摇晃几次，确保塞子不会因为绳索抖动而脱落。

小号三角塞有时很难从岩缝中取出，这对于领攀者当然不是问题，对于跟攀者却可能造成比较大的麻烦。

机械塞

机械塞的特点是放置速度非常快，但是也有可能出错，并且可靠性往往不如其他岩石保护器材。机械塞最适合放置在内表面光滑平整的垂直岩缝中，但如果岩缝里积有冰雪，机械塞就毫无用武之地。机械塞不像其他保护器材那样，用力拉一把就能稳稳嵌在岩缝中，而是很容易随着绳子的抖动而左右摇晃，逐渐改变位置。要想减少绳子的影响，

可以在机械塞与绳子之间加一条长扁带套。许多情况下，即使受力方向突然发生改变，机械塞也仍然能起到保护作用——但是不要盲目指望这一点。放置在收缩形（内宽外窄）岩缝里的机械塞，可能会逐渐往里移动，直到凸轮完全张开而失效；岩塞和六角塞则没有这样的麻烦。如果凸轮张角太大或是太小，可以换个位置放置，或者换另一个尺码的机械塞。很多时候，对于登山者来说，昂贵、沉重的机械塞并不是最好的选择。

保护站

许多情况下，单一保护点的安全性是不够的，这通常并不是因为强度不足，而是因为受力方向很容易发生改变，或者因为保护点的可靠性难以判断。这种情况下，你就需要用两个或者更多的保护点连接成保护站。保护站的设置方式非常灵活，即使是两枚用铆钉固定的挂片，也有很多种彼此连接的方法。用于先锋保护的保护站，设置方法跟用来保护跟攀者的保护站也有所不同。相比传统攀岩者而言，登山者通常在保护点设置方面拥有更多的选择，所以用不着建立特别复杂的保护站。尽管如此，你还是必须掌握保护站设置的基本技巧。

反向受力

最简单的保护站就是两个彼此接近、受力方向相反的保护点——其中一个用来承受冲



岩塞反向受力的实际例子，尽管不理想，但却很常见

坠，另一个则用来调整受力方向。只要一个保护点失效，另一个也无法再起到保护作用。设置这样的保护站时，要小心张角效应和滑轮效应的作用，这一点在上一章中已经讨论过。图中所示的保护站非常糟糕，因为一旦发生冲坠，张角效应会导致两个保护点受到的拉力都大于冲击力。然而，在某些情况下，这样的保护站或许是你的唯一选择。

保护站设置的一般原则

保护站设置的一般原则，通常被缩写为五个字母“SRENE”。各个字母的具体含义如下。

S 意味着 Strong（强度）和 Secure（可靠性）。这两者的概念并不相同：在一棵大树上系一根鞋带，可靠性或许很高，强度却很低；在一块光滑的圆形凸岩上绕一条扁带套，强度或许很高，可靠性却很低。

R 意味着 Redundant（富余），换句话说，保护站的承受能力必须大于可能产生的最大冲击力。只有这样，当某个保护点失效时，其他保护点才不致连带失效。考虑保护站的富余程度时，不仅要考虑强度，也要考虑到可靠性。一个具体的例子是，不要单用一把铁锁维系整个攀登队伍的安全，因为一把铁锁的强度可能足够，但是可靠性却不够。有些时候，保护站很难做到富余，你只能尽量提高总体的强度和安全性。

E 意味着 Equalized（均衡）。发生冲坠时，冲击力应该尽可能均匀分散到各保护点上，而不是集中于某一个保护点。单个保护点的强度越低，均衡的重要性就越明显。

NE 意味着 Non-Extending（无延伸）。如果某一个保护点失效，整个保护站的延伸长度应该尽可能小，以减少因延伸而造成的震动。

SRENE 原则主要适用于岩石地形上的保护站。在冰雪地形上，保护点的独立性也很

重要，某个保护点的失效不能引起其他保护点失效。在上一章关于冰锥、雪锥和雪锚的内容中，我们已经接触了这个概念。

一眼看上去，SRENE 原则似乎已经足够详细，但是事实上，最重要的一点却被忽略了。还记得上一章的内容吗？发生先锋冲坠时，整个系统中受力最大的一点永远是顶端保护点，也就是领攀者最后设置的那个保护点。只要顶端保护点足够安全，整个系统通常不会出现问题。如果顶端保护点失效，产生的后果是无法预料的。就算领攀者还没来得及设置保护点就发生冲坠，导致底端保护站直接受力，冲击力的最大值也不过 3kN 左右而已——因为这是保护者能够提供的最大制动力。随着领攀者不断朝上攀登，顶端保护点的位置和性质也会经常变化。在每一个位置都建立由多个保护点组成的保护站，显然不切实际——那么，我这样说的意义究竟何在呢？整个安全系统中最重要的保护点，乃是领攀者离开底端保护站后，所设置的第一个保护点。我们姑且把它称为 1# 保护点。

1#保护点的重要性

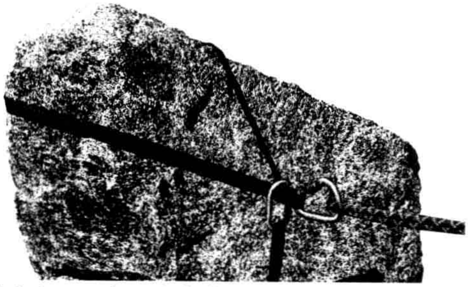
上一章中我们已经讨论过，在正常攀登过程中，冲坠系数只有在一种情况下才能达到 2，即领攀者在设置第一个保护点之前就发生坠落。在这种情况下，保护者和保护站承受的最大冲击力只有 2 ~ 3kN，因为这是保护者能够提供的最大制动力。如果领攀者已经设置了至少一个保护点，然后发生坠落，顶端保护点就很有可能承受 5.5 ~ 8kN 的冲击力，比底端保护站可能承受的最大冲击力要大得多。领攀者如果在设好 1# 保护点继续攀爬时坠落，发生的冲坠系数最大，所以 1# 保护点最有可能承受较大的冲击力。

大多数情况下，保护点之所以会失效，原因并不是强度不够，而是因为受力方向与预期方向不符。由两个或更多保护点组成的保护站，通常对受力方向的要求比较严格，如果发生冲坠，冲击力通常并不是均匀分散到各点，而是主要由某一个保护点承担——问题在于，你无法预知究竟是哪一个。你或许偶尔会产生这样的想法："嗯，这个岩塞一旦侧面受力就会失效，这个六角塞可能会在绳子抖动时被拔出来，而那个机械塞也不够可靠，因为并不是所有的凸轮都接触到了岩壁。但如果我把三个保护点连接成保护站，强度总该足够大了吧！"这实在是一种极其不负责任的态度。

与其在攀登过程中为不稳固的保护点而绞尽脑汁，不如想方设法提高 1# 保护点的安全性。幸运的是，这一点通常并不是很难，因为领攀者可能的冲坠方向比较容易判断（多数时候都是向下），保护者相对 1# 保护点的方位也是已知的，所以冲击力和制动力的方向都是基本可以确定的。1# 保护点还要能承受一定强度的向上的拉力，否则如果领攀者在设置了其他保护点之后发生冲坠，1# 保护点就有可能失效，而如果其他保护点也失效的话，就很可能导致严重的后果。如果冲坠非常严重的话，1# 保护点可能需要同时维系领攀者与保护者的安全，但即使是这样，保护点本身承受的冲击力也是有限的，因为保护者能够提供的最大制动力是有限的。所以说，在设置 1# 保护点时，可靠性比强度更为重要，更加值得考虑。

折中策略

我并不是想否定 SRENE 原则的正确性，只是希望你深入理解每一条原则的具体意义，而不是死记硬背字面意思。例如，"均衡"与"无延伸"这两条原则，本质上是矛盾的——同一个保护站不可能既做到各点受力均衡，又能在任何一点失效时不发生延伸，只能在这两条原则之间采取最合适的折中方案。均衡原则只有在单个保护点的强度不足以单独承受冲坠时才有意义，所以更适用于冰雪保护点，而不



挂在岩石凸角上的扁带套，用另一个保护点控制受力方向（通过O形锁连接）

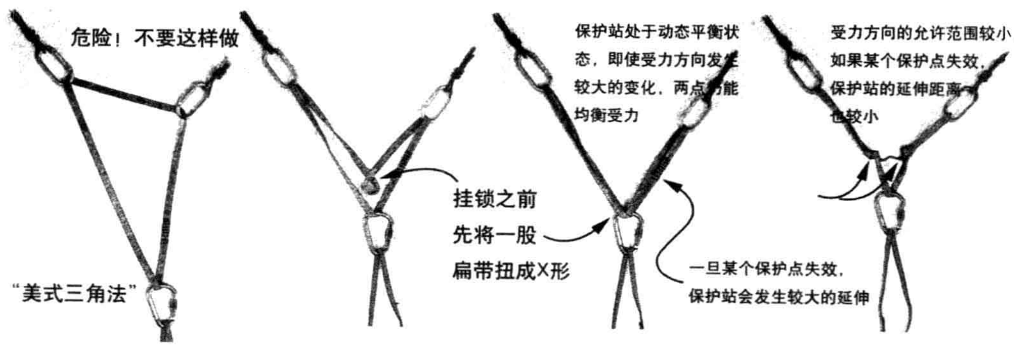
是设置良好的岩石保护点。岩石保护点通常具有比较大的强度，但是只有在受力方向处于一定范围内时才能发挥作用，一旦受力方向超出范围就会失效，所以有些时候，你需要用其他保护点来控制受力方向。这种情况下，各保护点显然不可能均衡受力。例如图中的情况，挂在岩石凸角上的扁带套虽然强度很大，但是一旦受到向外的拉力就会失效，所以用另一个保护点来控制受力方向，即图中的O形锁（保护点本身未画出）。

静态均衡

所谓静态均衡，是指用长度固定的扁带或辅绳连接各保护点，组成保护站。使用长绳套架构的保护站，通常都处于静态均衡状态。处于静态均衡状态的保护站，具有最好的无延伸性，一旦某个保护点失效，整个保护站几乎不会发生任何延伸；然而，这样的保护站对受力方向的要求比较高，一旦受力方向超出既定范围，就会导致各点受力失去均衡。保护点之间的间距越近，对受力方向的限制就越严格，例如对于由两个保护点组成的保护站，假设连接两点的扁带张角为30°，那么受力方向只要偏离预定方向10°，就会导致其中一点受力比另一点大3倍以上。另一方面，保护点之间的间距越远，越容易因为张角效应导致每个点承受的拉力增加，这一点我们在上一章中已经讨论过。实际攀登中，受力方向有时候很难确定，所以长绳套的打结位置很难把握；如果使用高强度、低缓冲性的辅绳或扁带材料，例如Technora辅绳、Spectra/Dyneema扁带套等，就会让问题变得更加严重。换句话说，要想让保护站能够承受来自多个方向的冲击力，就必须牺牲无延伸性，采用动态均衡方式连接各保护点。

动态均衡

所谓动态均衡，是指用特定的方式连接两个或多个保护点，使得整个保护站的受力方向在较大范围内变化时，各保护点始终能够均衡受力。最常见的连接方式是“魔法X”（Magic X），具体做法很简单，就是使用扁带套或绳套的中段挂锁连接，扣锁前把其中一股拧成X形，如图所示。要想达到动态均衡，必须允许保护站具有一定的延伸性，也就是在某个保护点失效时，整个保护站会发生一定的延伸，导致其他保护点受到进一步的冲击。我



用“魔法X”让两个保护点均衡受力

再重复一遍，“均衡”与“无延伸”不可兼得，你必须视具体情况作出适当的选择。

富余

有些攀登者在设置保护站时，会让一个或几个保护点承受全部冲击力，然后再加上一个或几个不受力的副保护点，万一主保护失效，副保护就会发挥作用。这种做法会消耗多余的时间和装备，所以并不符合“高效”的原则，而且实际意义也不大，只能起到一定的心理安慰作用。

冲击

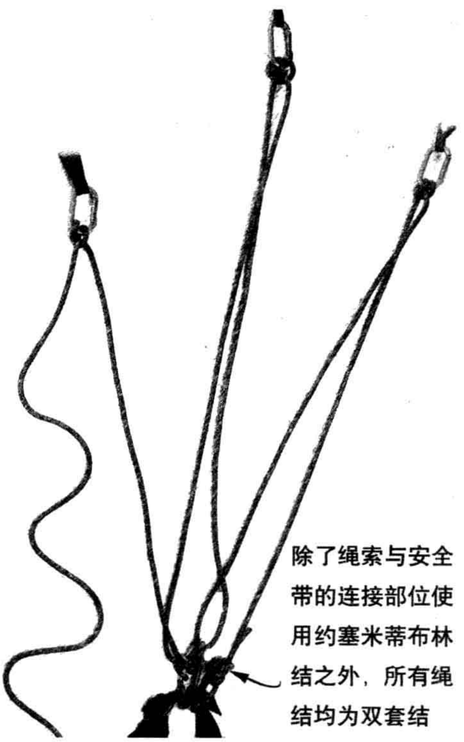
一旦某个保护点失效导致整个保护站发生延伸，其他保护点就会受到进一步的冲击（Shock Loading）——这个字眼听起来似乎很吓人，其实却并不严重。例如，假设一名攀登者用 3 米长的单绳悬挂在保护站上，保护站由两个保护点组成，其中一个保护点突然失效，导致保护站发生 30 厘米的延伸。这就相当于攀登者发生了距离为 30 厘米的冲坠，而承受冲坠的有效绳长为 3 米，所以冲坠系数仅有 0.1，另一个保护点所承受的额外冲击力不会超过 2.5kN——这还没有考虑第一个保护点在失效过程中起到的缓冲作用。事实上，在登山过程中，只要安全系统包括足够长的动力绳，保护站延伸造成的冲击力就不会很大。如果额外的冲击力致使第二个保护点失效，那肯定是由于受力方向发生变化的缘故，而不是保护点的强度问题。

那么，保护站延伸对剩余保护点造成的冲击，是否有可能很严重呢？不妨考虑一下这样的情况：一个攀登者用 Spectra 扁带制成的菊绳与保护站相连，保护站由两个保护点组成，彼此之间完全用 Technora 辅绳连接。攀登者向上攀爬了 10 厘米，然后发生冲坠。此时，虽然冲坠距离很小，但是整个安全系统中没有任何一个部分能够提供缓冲，所以即使是 10 厘米的冲坠也有可能产生相当大的冲击力。假如其中一个保护点因此而失效，导致保护站发生 30 厘米的延伸，由此导致的冲击力就更大了。幸运的是，攀登者的身体和安全带可能会发挥一定程度的缓冲作用，吸收大部分的冲坠能量，所以实际发生的冲击力不会像理论值那么大。尽管如此，还是需要注意避免类似的情况。

总之，只要安全系统包括足够长的动力绳，或者其他能够起到缓冲作用的部件，那么即使保护站有可能发生较大的延伸，也不必为此而担心。如果安全系统无法起到任何缓冲作用，那即使是很小的冲坠也是非常危险的。

用绳索设置保护站

如果你没有携带长绳套，扁带套又用完了，可以直接用攀登绳索设置保护站。具体做法并不复杂，只要用双套结（Clove Hitch）



用攀登绳索和双套结连接保护站

连接绳子与保护点的铁锁就可以了。攀冰者经常会采取这种做法。图中表示的是安全带直接与绳索保护站相连接的情况。

之所以采用双套结，是因为它简单实用，方便戴手套操作，消耗的绳长很少，并且即使绳索结了冰也能发挥作用。不要使用太复杂的绳结，以免乱中出错。如果你觉得用绳索设置保护站太过麻烦，那就养成随身携带长绳套的习惯，或者准备好足够数量的长扁带套。

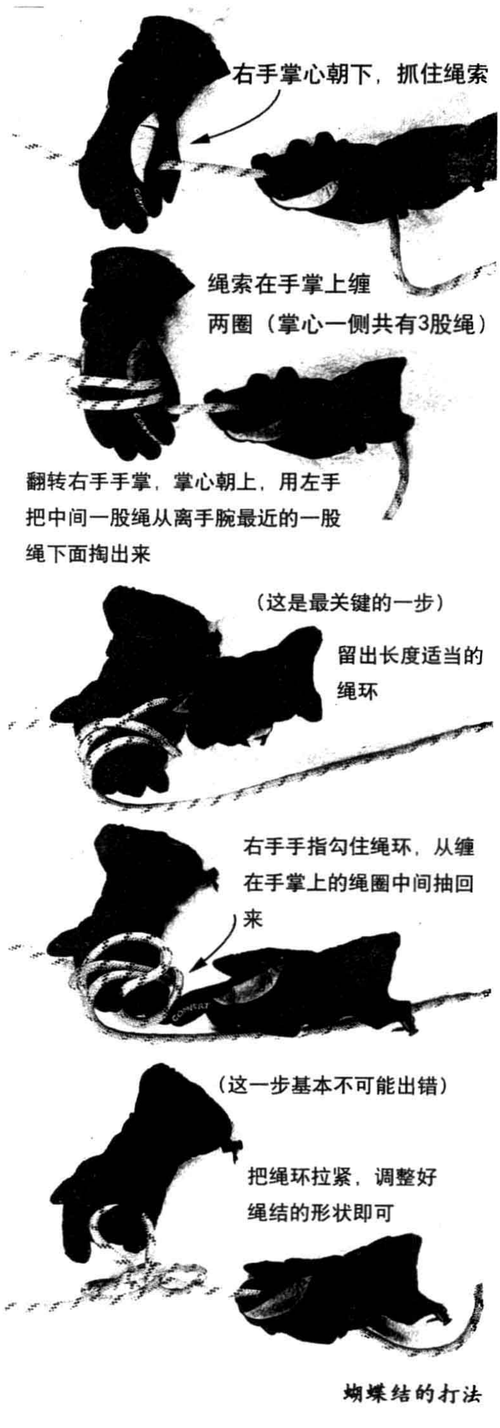
蝴蝶结

你也可以用攀登绳索临时制作绳圈，代替长绳套的作用，此时可以采用蝴蝶结（Butterfly Knot）。蝴蝶结具有足够的强度，能够承受来自各个方向的拉力，并且受力后很容易解开。有些人把蝴蝶结称为“结组结”，以为只有在冰川上结组行进时才会用到这个绳结，其实不然。任何时候，当你需要在攀登绳索中段制造临时绳圈时，蝴蝶结都是最好的选择。（如果需要在绳头部位制造绳圈，使用约塞米蒂布林结即可。）

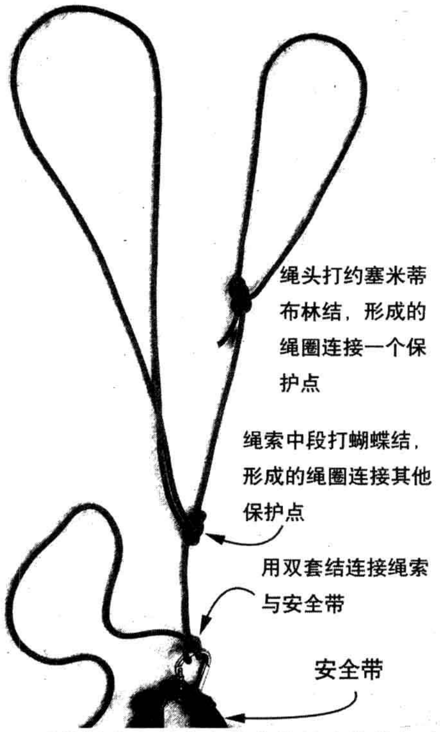
如果保护点的位置可以随意选择，例如在状况良好的雪地或者冰面上，你也可以使用双环结（Double Loop Knot）或三环结



蝴蝶结的正反面形状



蝴蝶结的打法



用蝴蝶结和约塞米蒂布林结连接保护站

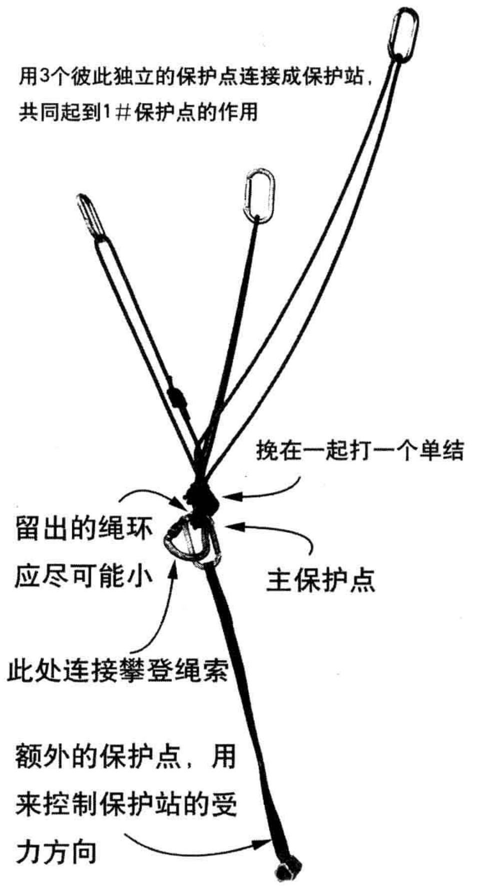
(Triple Loop Knot) 在绳头部位同时制造两个或三个绳圈。注意，绳结一旦打好，绳圈的长度就很难调节，所以我个人并不推荐这两种绳结。二者都是8字结的变体，具体打法参见附录部分。

总结

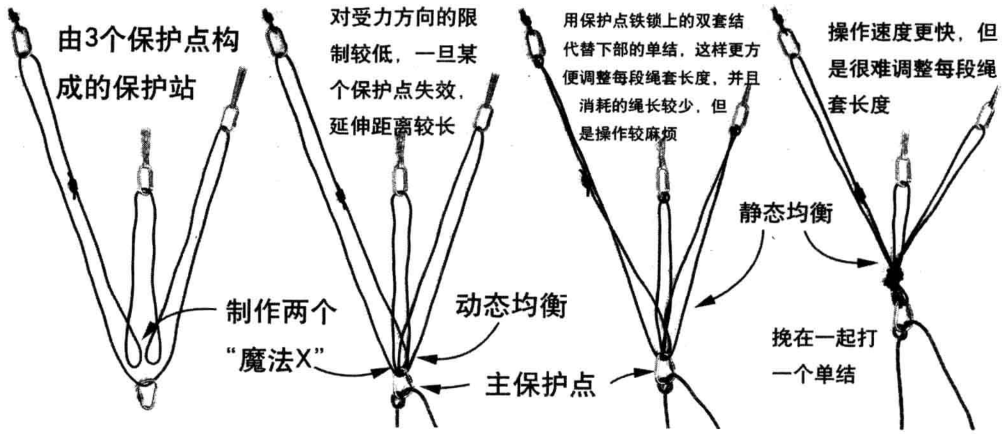
既然保护站静态均衡的主要意义在于可靠性而非强度，而动态均衡并不一定会导致某个保护点失效时，其他保护点受到较大的冲击，那么，在实际攀登过程中，攀登者究竟应该注意哪些东西呢？

首先，1# 保护点必须要足够安全。领攀者在设好 1# 保护点之前，应时刻处于不可能意外坠落的位置，所以 1# 保护点很可能离底端保护站非常近，甚至是底端保护站的一部分。如果底端保护站由两个以上保护点组成，应把强度和可靠性最高的保护点用作 1# 保护点。设置 1# 保护点时，应仔细分析可能的受力方向，必要时可通过另一个保护点控制受力方向的范围。在岩石地形上，设置良好的保护点通常具有非常高的强度，所以你需要关心的主要是保护点的可靠性。一个良好的保护点，往往比几个不可靠的保护点连接而成的保护站具有更高的安全性。

如果有条件设置两个以上的稳固保护点，可以把它们连接成保护站，共同起到 1# 保护点的作用。当各保护点的强度足够时，保护站的主要考虑应该是受力方向的范围，而不是各点之间的受力均衡。由两点构成的保护站，对受力方向的要求往往比三点保护站更低，所以



1#保护点的一个例子



1#保护点的一个例子

很多时候没必要画蛇添足。注意绳索的抖动和保护者的移动可能对 1# 保护点造成的影响。

如果保护点的强度可能不够（例如在雪地或冰面上），那就用长绳套或扁带套将其连接成保护站，均衡方式采用动态均衡。不要太在意保护站的延伸性，因为均衡性通常更加重要：如果某个保护点失效，那么其他保护点即使加在一起也有可能承受不住冲坠的力量。如果有必要，可以使用缓冲扁带。不用考虑各保护点之间的强弱差别，如果某个保护点的强度实在值得怀疑，那就不要把它作为保护站的一部分。

如果你的确需要用长绳套达到静态均衡，最好在连接保护点铁锁的部位打双套结，而不是在整个保护站的受力部位打单结固定，这样更容易调节每股绳套的长度，如图所示。

保护者的位置应该距离 1# 保护点 1 米以上，这样当领攀者发生冲坠的时候，保护者就不至于撞到 1# 保护点上，导致受力方向发生出人预料的改变。如果有必要，可以用扁带固定保护者的位置，后文关于先锋保护的内容会介绍具体的操作方法。

如果对保护点的可靠性心存怀疑，就在保护点和绳索之间加一条长扁带套。



13 下降

在一些难度不高的登山路线上，绳子的主要作用是下降。无保护的倒攀（Downclimbing）通常比下降更快也更安全，但需要路线情况允许。如果路线的难度和危险性不适合倒攀，那么下降可能是唯一的选择。即使在最理想的情况下，下降过程也是具有一定危险性的。在坡度不是很陡的地形上，下降往往比上攀和倒攀更容易引发落石。下降也意味着你必须把性命完全托付给绳子和保护点，如果这一过程中发生意外，后果可能是非常严重的。许多攀登者都有过在下降期间遭遇险情的经历。如果队伍中有对操作不熟悉的新手，由经验丰富的攀登者用绳子放他们下降，可能比让他们自己下降更合适一些。这一章会详细介绍下降的具体操作，或许你会觉得有些做法纯属多余，但只有这样，才能保证下降过程的安全性。

与绳索连接

选择下降方式的时候，应该首先考虑你所采用的绳索类型。如果你使用较细的绳子，就应该选择能为细绳提供额外摩擦力的下降器，最好具有跟攀自锁功能。如果你的安全带上没有保护环，可以使用 30 厘米扁带套挂锁连接安全带与下降器，注意使用带有 HMS 标记的丝扣锁。扁带套不仅可以拉开下降器与身体的距离，避免衣角绞进下降器里，而且可以让抓结下降操作变得更加容易。你也可以使用菊绳中间的一环连接下降器，这样菊绳的剩余部分仍然可以起到连接保护站的作用。注意，菊绳绳环的强度约为 3.5kN，所以可以用于下降，



半扣结的两种制动模式

但是不能用于保护。无论你平时习惯什么样的下降方式，都要熟练掌握半扣结的打法和相关操作，以免在突发情况下措手不及。

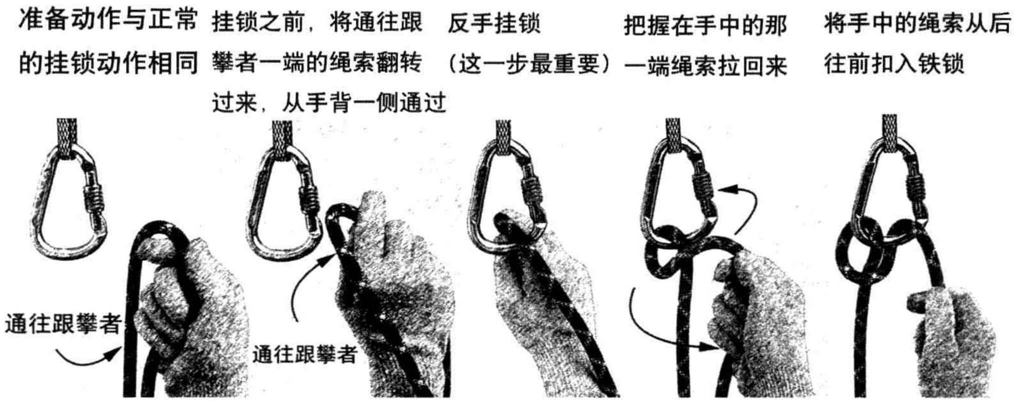
半扣结

半扣结（Münter Hitch）又称为“意大利半扣”（Italian Half Hitch），因为半扣结最早是由意大利人从航海界引入登山界的。“适合半扣操作”的德语写法为“Halb-Mastwurf-Sicherung”，这就是铁锁上 HMS 标记的来历。半扣结的确会导致绳索产生扭结，但是不像一些人说的那么严重，具体程度取决于绳子的内部结构和制造工艺。半扣结的制动端与保护端平行时，能够发挥100% 的制动力（3kN 左右），制动端与保护端成 180° 角时，约能发挥 70% 的制动力（2.25kN 左右）。如果冲击力超过这个值，绳子就会开始发生滑动，所以打保护时一定要记得戴上手套。

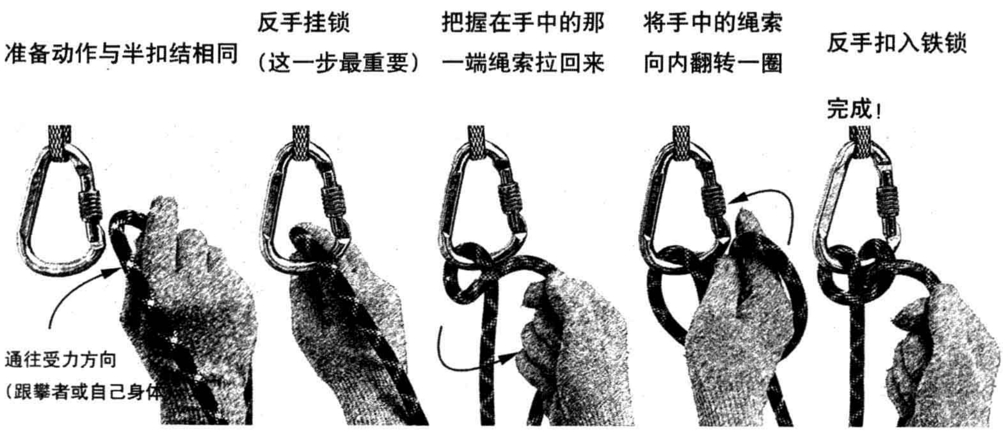
半扣结的打法

半扣结的单手打法不仅速度快，效率高，而且不容易出错。具体步骤如图所示。

将这一打法稍加发挥，就可以演化为双套结（Cove Hitch）的打法。双套结不仅打法简洁、可靠性高，而且很容易调整两边的绳长，如图所示。



半扣结的打法



双套结的打法



调整双套结两侧绳长

在绳索已经扣在铁锁中时，你只需要一个单手动作，就可以打出半扣结或双套结，区别只在于是否需要拧绳，如图所示。

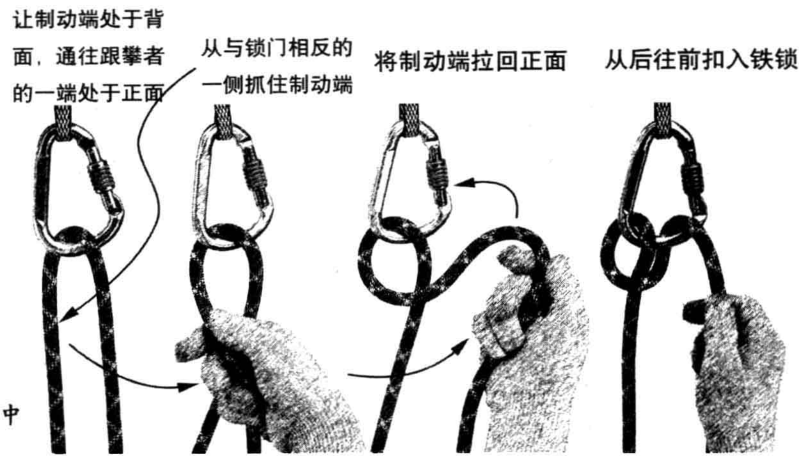
所谓的“超级半扣结”（Super Mü nter），是指在打好的半扣结外面再绕一圈，形状如图所示。超级半扣结能提供相当大的制动力，当你使用非常细的绳索下降，或者在救援过程中背负另一人下降时，可以考虑这种下降方式。

使用半扣结对跟攀者进行保护时，如果跟攀者发生坠落，半扣结会绕着铁锁翻转半圈，自动进入高摩擦制动状态。如果你使用的是HMS铁锁，并且拧上了丝扣，就不需要担心制动端刮擦锁门的问题。如果你用没有丝扣的普通铁锁进行保护或下降，制动端应处于锁背一侧，以免压迫锁门导致半扣结失效。

反复练习在保护站和安全带铁锁上打半扣结和双套结的操作，直到非常熟练为止。



绳索已经扣在铁锁中时，双套结的打法



绳索已经扣在铁锁中时，半扣结的打法

下降保护点

下降保护点不需要太高的强度，但是必须要有极高的可靠性。下降过程中不会发生冲坠，所以保护点的强度并不是问题，一枚单独的岩塞、一条用 5 毫米辅绳制作的绳套，都可以作为下降保护点使用——前提是设置得当，保护点不会意外失效。由几个不是很稳固的保护点连接而成的保护站，往往还不如一个稳固的保护点来得可靠。如果攀登路线需要进行较长距离的多段下降，你最好准备长度足够的辅绳或扁带，随时用小刀切下一段制作下降保护点。只要辅绳或扁带足够长，你就可以随意利用凸出的岩石、岩柱等天然保护点，从而节省保护器材。保护点的设置方式需要视具体情况而定，我在这里只能提出几条基本原则。

绕绳下降

不少攀登教科书都会介绍绕绳下降法（Dülfersitz rappel）：在列举了这种方法的种种不安全之处后，这些教科书往往会说："但是你还是应该学会绕绳下降的方法，以防不测。"实际上，无论发生什么样的"不测"，绕绳下降法都是非常不可靠、非常危险的。只要你身上还剩下最后一把铁锁，就可以采用半扣下降。如果连制作简易安全带的 120 厘米扁带套都没有的话，可以从攀登绳上切下一段制成绳套，作为简易安全带，具体做法见第 10 章。如果连一把铁锁都没有的话，尽量让别人用绳子放你下降，不要自己绕绳下降。绕绳下降会严重磨损你的衣物，并且只有在比较缓的坡度上才能发挥作用。如果你坚持要学习绕绳下降的方法，可以参考附录部分。

副保护

一旦下降保护点失效，后果就会非常严重。最稳妥的做法是在第一个人下降时，用一个不受力的保护点作为副保护，这样即使主保护失效，副保护也可以承受下降者的体重；如果主保护被证明是可靠的，那么最后一个下降的人可以拆除副保护。副保护的位置最好离主保护比较近，这样万一主保护失效时，副保护不会受到太大的冲击。

冰洞

使用冰洞下降时，可以用制作冰洞的冰锥作为副保护。与岩石保护点不同的是，打冰锥的位置不能离冰洞太近，因为冰上保护点会互相影响彼此的可靠性。如果有条件的话，用浮雪或者碎冰覆盖冰洞和冰锥，以免冰在受到压力时发生融化。

下降环

整个下降操作中，抽绳是最有可能出问题的环节，所以只要有条件，就要尽可能减少抽绳时的摩擦。任何时候都不要把绳子直接绕在岩石或树上下降，否则抽绳会成为一件相当痛苦的事情（如果绳子绕在树上，还会对树造成相当大的伤害）；哪怕需要把攀登绳截断一段，也要用截下来的绳套制作下降保护点。

下降环（Rappel Ring）可以大大降低抽绳时的摩擦，并且不会被绳索磨断，所以一旦发生意外情况，攀登者随时可以把下降环当成铁锁、下降器当作保护器，用绳子放自己或别人下降。如果没有下降环或铁锁，攀登绳直接挂在扁带或辅绳上，那就千万不要用绳子放人下降，因为绳子在受力状态下只需滑动几米就会把扁带或辅绳磨断。即使是下降后的正常抽绳过程，也足以导致顶端保护点的扁带或辅绳强度下降，所以不要轻易使用前人留在路线上的扁带套或绳套。如果某一段下降路线容易给收绳造成困难，或是两股绳子很容易发生相对滑动，而你又没有携带下降环，可以在保护点处留一把旧铁锁，用胶带把锁门封死，代替下降环的作用。下降环本身的强度在 10kN 以



用短扁带套作为副保护的下降环

上，但因为其直径比铁锁小，容易对绳子造成较大的压强，所以在攀岩时不要使用路线上已有的下降环进行顶绳保护。

如果你担心下降环的安全性，可以用极短的扁带套作为副保护，如图所示。扁带套可以采用啤酒结连接，也可以自己用缝纫机缝制。设置下降保护点时，保护点绳套和下降绳都必须同时穿过下降环和副保护扁带套。如果你像图中所示的那样，用单套结连接保护点绳套与下降环的话，就必须事先计算好受力方向，以免保护点绳套左右受力不均。

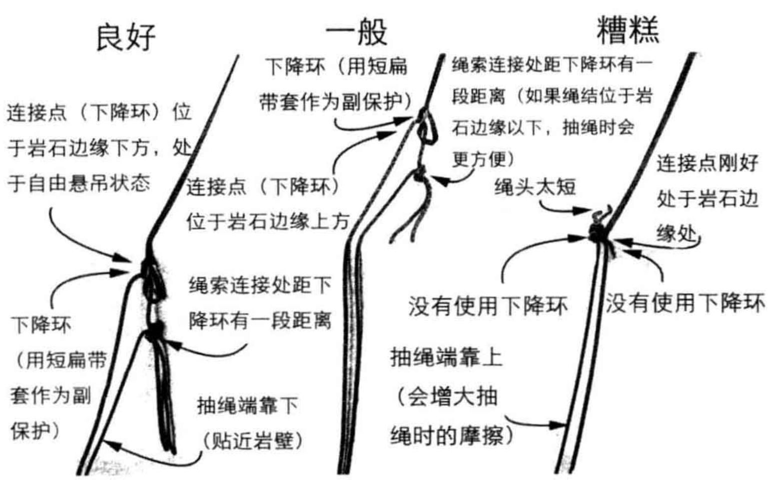
设置下降保护点时，最好让下降环处于自由悬吊状态，这样尽管开始下降时可能会麻烦一些，但是抽绳时的摩擦最小。如果没有条件，也可以让下降环处于岩石边缘的上方，这样下降时要注意避免左右移动，以免岩石边缘切割绳索。最糟糕的情况是下降环正好处于岩石边缘上，这样既容易因为横向受力而影响下降环的强度，又不方便抽绳。第一个人开始下降之前，应该清理干净保护点周围的碎石，以免在下降过程中被绳子或其他人碰落的碎石砸伤。

开始下降

现在你已经设好了下降保护点，可以准备开始下降了。整个准备过程中，你都应该通过菊绳连接在保护点上。

抛绳

如果你采用单绳对折下降的话，先将绳子理好，再将一头穿进下降环，直到中点为止。如果你的绳索中点没有标记，或是觉得这样做太麻烦，可以先从两头开始理绳，找到中点，再用铁锁代替下降环扣在绳子上，用胶带封住锁门。在两端绳头上打好双渔人收尾结，以免下降时没有注意到绳尾导致坠落。如果你担心抛绳会导致绳索中点发生滑动，可以在下降环



下降保护点的设置



抛绳

处打一个止绳结 (Mule Knot)。一只手抓住一端绳头，另一只手用力朝外抛出整理好的这一半绳索，让绳索在空中自动展开，悬挂在下降路线上。如果绳子没有完全展开，或者悬挂位置不尽如人意，可以拉上来重新理好再抛一次。如果绳子已经充分展开，就可以把留在手里的绳头也抛出去，然后再用同样的方式处理另一半绳索，最后解开止绳结。

风力太大的时候，最好不要抛绳，以免绳子被吹到离下降路线较远的位置，然后再在那里卡住。把两侧绳索分别收整成两堆，放在第一个下降的人的背包或绳包里，由这个人一边下降，一边放绳，后面的人再沿同一路线下降。另一种方法是用保护器把第一个人放下去，后面的人再跟着下降。如果绳子在抛绳过程中卡住，第一个人可以采用抓结下降，到达绳子卡住的位置再动手整理。如果两段绳子卡住的位置相距较远，可以先在保护点处用抓结固定绳子中段，然后第一个人采用单绳下降，下降过程中整理好绳子，第二个人再拆除抓结，采用双绳下降，下降过程中整理另一段绳子。

接绳

双渔人结

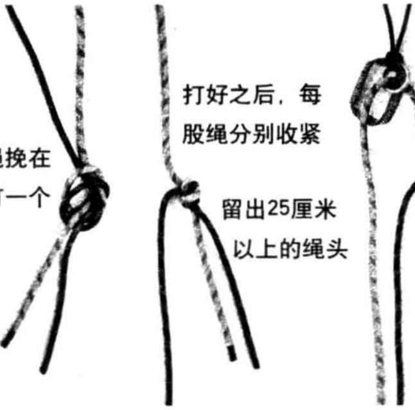
如果你采用双绳下降，就可以把其中一股绳子先穿过下降环，然后再把两股绳子接在一起，这样理绳相对容易一些。常见的接绳方式有两种，其中一种是使用双渔人结。双渔人结可用于连接直径相同或不同的两股绳索，不需要任何防脱结，只要两侧都留出 12 厘米以上的绳头即可。如果两股绳索的直径相差较大，最好把粗绳穿过下降环，完成下降之后抽细绳，这样绳子在下降过程中比较不容易发生滑动。

双渔人结很容易在抽绳过程中卡住，所以通常并不推荐，除非是在冰上或者平整光滑的岩石表面上下降。双渔人结的形状不仅容易在岩缝中卡住，而且容易在岩石边缘形成很大的阻力，加上绳子其余部分的摩擦阻力，让你难以拉动。

单结

另一种常见的接绳方式是把两股绳子挽在一起打一个单结。这种打法不仅简单快捷，而且绳结卡住的可能性最小，但是过去的美国登山者觉得如此简单的接绳方式实在难以接受，所以给它起了个绰号叫“欧式死亡绳结”(European Death Knot，简称 EDK)。

测试表明，单结的横向承受能力至少为 10kN，用于下降绝对绰绰有余。只要打好单结后记得分别收紧两条绳索，并且留出 25 厘米以上的绳头，就不存在受力时意外松脱的问题。单结也可用于连接直径不同的绳索，甚至 5 毫米辅绳与 11 毫米攀登绳，都可以直接用单结连接。单结最大的优点在于其形状的不对称性，在通过岩石边缘时会自动翻转为摩擦力最低的状态，所以最不容易卡住。打好单结之后，应该让结目与下降环保持一定的距离，如图所示，这样可以减少刚开始抽绳时的摩擦力。



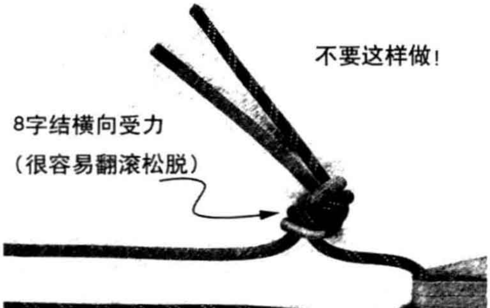
单结用作接绳结（又称为“欧式死亡绳结”）

避免使用8字结

大量测试都表明，8 字结在横向受力时很容易翻转，所以并不安全。如果用 8 字结代替单结接绳，即使留出再长的绳头，也有可能因为 8 字结翻转而失效。如果你实在怀疑单结的可靠性，可以把两股绳头挽在一起再打一个单结作为防脱结，尽管这其实并没有任何必要。

最后的准备

考虑清楚，第一个下降的人是否应该携带所有装备：万一发生意外，留在上面的人很可能会需要一些装备来应对。第一个下降的人可以先把绳子扣进下降器，拧好铁锁的丝扣，抓住制动端，让绳子承受体重，然后解除菊绳与保护站的连接，开始下降。他也可以采用抓结下降。



错误操作（使用8字结接绳）

抓结下降

登山者经常需要背着沉重的背包，戴着不方便抓握绳索的手套，用湿滑甚至冰冻的绳索进行下降；下降过程中，有可能因为手忙脚乱而意外放开制动端，或是被落石砸到而丧失行动能力。为了应对这些情况，最好的办法是采用抓结下降，或者其他自锁下降操作。无论你选择什么样的操作方式，都要反复练习，务求熟练。

下降用的抓结应打在下降器下方，也就是绳索的制动端上。如果抓结打在下降器上方，就有可能代替下降器承受登山者大部分的体重，一旦受力收紧就很难解开。你可以先扣好下降器，也可以先打抓结，让抓结承受绳子的自重，然后再扣下降器。抓结的摩擦力应大小适中，既要能代替制动手的作用，又要易于控制松紧。下降过程中，抓结处于松弛状态；一旦发生意外，只要松开手，抓结就会自动拉紧绳索，起到制动作用。

连接抓结的铁锁可以扣在安全带腿带上，也可以扣在安全带背面的拖拽环上，但是绝不能扣在装备挂环上。最好用 30 厘米扁带套连接安全带与下降器，这样不仅能让抓结和下降器保持足够的距离，还可以避免衣角和其他装备绞进下降器。没有合适的扁带套或绳套时，必须注意控制抓结的长度。下降过程中，制动

手应握在下降器与抓结之间的绳子上，让抓结自然放松，而不是直接握住抓结。换句话说，提供制动力的应该是你的手，而不是抓结与绳子之间的摩擦，以免抓结被磨损。当你需要腾出双手进行操作的时候，只需将制动手朝上移动，让抓结自然收紧即可。

抓结的打法可以采用法式抓结（French prusik），用绳套中段在绳子上绕3～4圈，再用一把铁锁扣进绳套两端与安全带连接；也可以使用克氏抓结（Kleimheist Friction Knot），用绳套一端在绳子上绕2–3圈，另一端从余下的绳环中穿出，再扣锁与安全带连接。克氏抓结能够提供更大的摩擦力，更适合细绳下降和双绳操作，以及绳索湿滑或冰冻等情况。



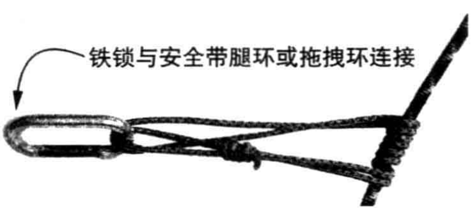
抓结下降（处于自锁状态）

抓结

登山者应随身携带2～3条5毫米辅绳套，用于制作抓结。绳套的长度约在25厘米左右，材质越柔软越好（我自己通常使用Mammut的辅绳）。没有必要使用6毫米或者更粗的辅绳，因为越细的辅绳摩擦效果越好。抓结的用途非常多，包括沿绳上升、自救、横切保护等，并且可以承受一定的冲坠；上升器（Ascender）则只能用于承受攀登者的体重，不可承受冲坠，否则很容易损坏绳子。需要时，抓结绳套也可以用来连接天然保护点。

开始下降

现在你已经抛出了绳子，打好了抓结，扣好了下降器，准备开始下降了。如果你是第一个下降的人，随身携带大部分的保护器材，因为你在下降过程中有可能会需要制作临时保护点。如果坡度很陡，你担心沉重的背包影响你的姿势，可以把背包摘下来，挂在安全带的拖拽环上。最后检查一遍装备：保护点的情况，安全带的反穿，铁锁的丝扣，下降器的穿法，抓结的位置和长度，等等。让你的搭档也为你检查一遍。如果一切正常，就可以开始下降了。抓住绳子的制动端，必要时可以收一把绳，让绳子承受体重。对你的搭档喊“解除保护！”同时单手解除菊绳与保护点的连接，把菊绳扣回装备挂环上。告诉搭档“开始下降！”然后就可以开始了。



法式抓结



克氏抓结的打法

着陆

第一个下降的人最重要的任务是确定下降路线，以及寻找下一个下降保护点的位置。在有可能发生落石的地形上，下降路线最好倾斜一定的角度，而不是垂直向下，以免绳子带起的落石砸到下降者。如果你下降到某个特别容易发生落石的地方，或是抽绳时特别容易卡住绳子的地方（例如一段岩槽），那就尽量在附近设置保护点，即使绳长还余下很多。找到合适的位置后，首先要尽量保护好你自己和绳子，避免被下一个下降的人踩落的石块砸中。在下一个人开始扣下降器之前，试着拉一拉绳子，看看能否顺利拉动。把绳子固定在新的保护点上，这样可以避免绳子被风吹走，也可以为下一个人指引路线。不要解开绳头的收尾结。如果没有落石的风险，你应该注意观察下一个人下降的过程，同时把绳子握在手里，随时准备拉紧绳子提供下方副保护。

决定权

通常情况下，设置保护点的人应该第一个下降。最后一个人需要作出决定，是否移除副保护点。这样的决定权完全在于这个人自己，无论最后一个人决定丢弃什么装备，别人都没有任何权利指责。我有一个朋友，每次上山之前都要在家里烧掉一张 20 美元纸币，他说这样就可以让他对丢弃装备没有任何心理负担。

提到最后一个下降的人，这里还有一段故事。著名登山者马格斯·斯坦普（Mugs Stump）与吉姆·布利德维（Jim Bridwell）从阿拉斯加山脉的鹿牙峰（Moose' s Tooth）下撤时，有一段垂直的下降，他们只能用一个单独的岩塞作为保护点，放置岩塞的岩缝有一侧已经松动了。布利德维在下降的时候，斯坦普意识到，如果岩塞失效，两个人都会坠落而死，所以他就把自己安全带跟岩塞连接的铁锁解开了。然后他又想，一旦岩塞失效，他将一个人困在岩壁上，并且没有绳子，于是他又把铁锁扣了回去。我的建议是，任何情况下，在等待下降的时候，都应该把自己连接到下降保护点上。我自己还从未用（我认为）有可能失效的保护点进行过下降，除了在雪坡上用雪墩下降——而雪墩自然不涉及是否扣锁的问题。

绳索受损

一旦两条绳索中的一条被落石击中，或者因为其他原因而受损，但又没有彻底断开，可以在绳子上打一个蝴蝶结，让受损部位处于绳环中段。你也可以采用单结，但是不能用 8 字结，因为 8 字结横向受力是不安全的。接下来的路程上，你可以用未受损的绳索进行单绳下降，受损的绳索仅作为拖拽绳使用。

下方副保护

当你的搭档正在下降的时候，如果你从下方拉紧绳子，就可以起到替下降者制动的作用。由于绳子本身的重量，你并不需要施加太大的拉力，通常单手就足够了。如果下降者因为某种原因而丧失了行动能力，你甚至可以完全从下方控制下降的速度，前提是下降者没有使用抓结下降。

当绳子卡住的时候

假设所有人已经完成了下降，你解开绳头末端的收尾结，把绳子抖松，然后开始抽绳。一切都很顺利，直到突然之间，绳子卡住了——这是任何攀登者都不愿遇到的情形。

怎么办？首先是用力抖动绳子，尽量把卡住的地方抖松。如果抖动没有效果，试着在上升器或抓结的帮助之下，把你的全部体重都放

在绳子上，当然菊绳必须要连接到保护点上，以免绳子突然松脱导致你发生坠落。如果绳子仍然不动，你可以考虑建立一个简单的1/2滑轮系统，对绳子施加两倍于体重的拉力。你和你搭档的体重加起来再乘以2，就是3kN左右——如果绳子还是不动，就说明卡住的地方能承受比较大的拉力，用抓结沿绳上升是有可能的。

如果在以上过程的某一阶段，绳子突然被拉动了，那么随之而来的极有可能是一阵落石。努力拉动卡住的绳索时，一定不要忽视落石的危险。

如果最终绳子也没有拉动，那你就只能上升到绳子卡住的位置，然后动手解决问题。首先要在你所在的位置建立强度足够的保护站。如果在绳子卡住之前，你已经抽下了足够的绳长，那就用抽下来的部分进行先锋攀登，用卡住的绳子借力，因为绳子究竟卡得有多紧、会不会突然松脱，你通常没有办法判断。

如果下降路段太难，无法进行攀登，但是你手中仍然留有两股绳的绳头，那就把两股绳都打进抓结，进行双绳沿绳上升，或者把两股绳的下端都固定在保护站上，然后沿卡住的一端上升。

最糟糕的情况是下降路段太难，无法进行攀登，并且你手中只剩下一端绳头。这种情况下，你只有沿这一股绳子上升。上升前，把绳子固定在保护站上，无论你使用上升器还是抓结上升，都要额外再加一个绳套，在攀登绳上打一个双套结，另一端与你的安全带连接。在你上升的过程中，双套结保持松弛状态；一旦卡住的绳子突然松脱，导致你发生坠落，双套结就会在受力时自动收紧，防止你直接摔下山去。之所以使用双套结，是因为抓结在冲坠较严重时无法提供足够的摩擦力，上升器更是无法双向制动。如果有可能，每上升一段就设置一个保护点，然后把绳子扣进去，这样万一你发生坠落，冲坠系数会小一些。如果在上升了一段之后，你碰到了另一端绳头，并且可以判断绳子仍然通过上方下降环，那你就可以由此开始采用双绳沿绳上升。

所有这些做法的目的都是为了让卡住的绳子松脱开来。除非你身上有保护，并且准备好了应对落石，否则不要用力抖动绳子，特别是在沿绳上升的过程中。弄松卡住的部分以后，你需要重新设置保护点进行下降，在下降过程中移除之前所设置的临时保护点。不要为了节省时间，就忽视保护点的安全性，因为仓促的下降是非常危险的事情。

总之，绳子在抽绳过程中被卡住，乃是一桩极度危险、极度费时费力的事情。你必须尽一切努力避免这种情况——这也是用单结接绳比用双渔人结更合适的原因。



14 攀岩

前期准备

讨论具体攀岩技术之前，让我们先来总结一下每次攀登之前的基本注意事项。

检查装备

装备是你生命的保障，所以每次攀登之前都要用心检查。检查每一把铁锁，看锁门是否能顺利开合。检查保护器的磨损情况，如果已经磨出了尖利的棱角，就应该及时更换。检查绳套和扁带套的磨损情况，以及绳结的状态。你的装备越多、越复杂，检查过程就越重要。如果你发现缺少某样装备，那就要及时购买。

心理调节

开始攀爬之前，你头脑中可能会转过各式各样的复杂想法——焦虑、犹豫、紧张、自我怀疑、对你搭档的怀疑、对天气和路线情况的怀疑等。这些想法会分散你的注意力，而攀登过程则需要注意力尽可能集中，所以你必须学会调节自己的心理。具体怎么做，每个攀登者都有自己的小窍门，我在这里只列出大多数攀登者都会注意的几点。

分析可能遇到的问题

无论在开始攀爬之前还是攀登过程中，你都要时刻估计可能出现的情况，分析可能遇到的问题，寻找最佳的解决方案。19 世纪的英国登山者爱德华·威姆佩尔（Edward Whymper）曾写道："任何时候都要从容不迫，看好每一步，从最开始就要考虑到最终结局。"每一次需要做出决定和判断时，都不能只顾眼前，而要考虑你的选择对整个攀登活动的影响。尽可能让自己拥有更多的选择，而不是一步步把自己逼上绝路。假如我发生冲坠，保护点受到意外方向的拉力，那会怎么样？假如我错过了预定路线，导致攀爬难度超过了我的能力范围，那该怎么办？假如我下降到绳子终点，发现找不到设置保护点的地方，那又如何呢？多问问自己这样的问题。之所以我在前文中详细分析了攀登过程中的力学原理，就是为了帮助你做出更合理、更安全的判断。

互相检查

许多攀登者都有这样的习惯：每次开始绳索攀登之前，都要与搭档互相检查身上的装备情况，包括安全带的反扣、绳结、装备配置等。这的确会花一些时间，但却是值得的，因为导致攀登事故的往往都是那些小小的无心之失，完全可以通过互相检查来避免。路线越危险，攀登过程越需要全身心的投入，互相检查的环节也就越重要。这并不意味着你缺乏自信，或是对你的搭档缺乏信任，而是对你自己和搭档的安全负责任的表现。

交流

养成良好的交流习惯，在攀登过程中，即使是并非关键的操作，也最好和你的搭档口头交流确认一下。准备开始攀登时问："我可以解除保护开始攀登了吗？"得到确认之后再解除保护。设好下降保护点之后："你觉得这样就可以了吗？"连接好两条下降绳："我用的是单结，你觉得有问题吗？"准备拆除保护站的时候："我会把所有保护点都拆掉，除了最上面的一个。"像这样的口头交流，尽管往往并不是必要的，却可以提高操作效率，减少发生安全问题的风险。

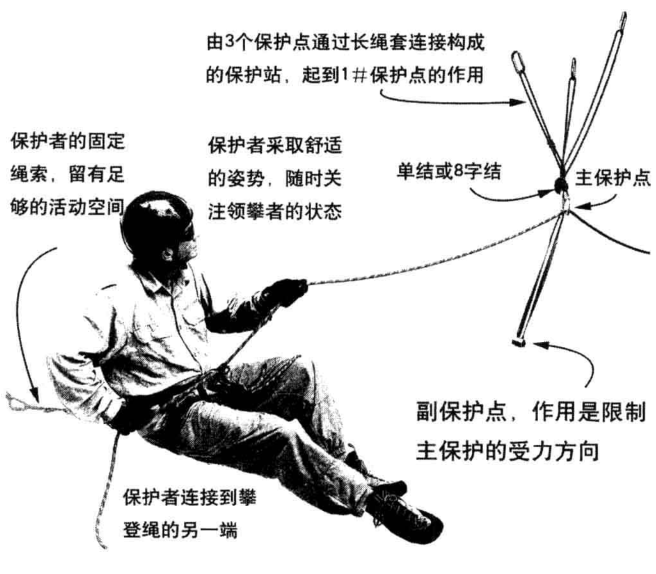
不要担心你的搭档会觉得烦；事实上，搭档之间交流得越多，配合才能越默契。越是在寒冷、潮湿、疲劳、能见度差、生理和心理都承受极大压力的情况下，交流的重要性就越能凸显出来。许多世界顶尖的登山者之所以会在山上遇难，都是因为他们和搭档之间缺乏足够的交流——我可不希望你像他们一样。

先锋保护

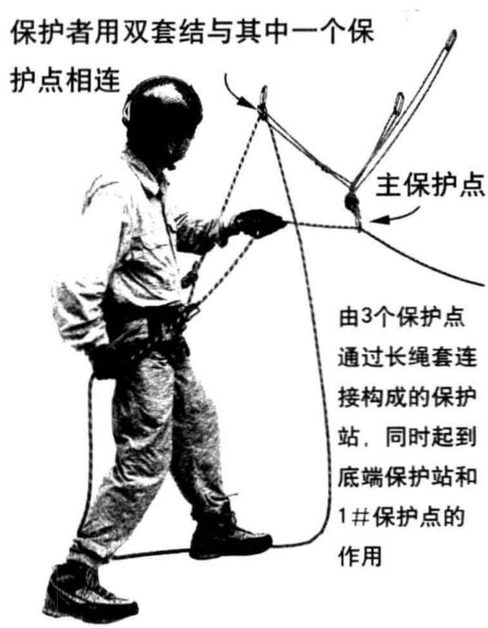
一切准备就绪，可以开始攀登了。假设第一段由你的搭档领攀，你则建好底端保护站，开始整理绳子，准备进行先锋保护。分析一下可能遇到的问题：假如领攀者坠落，可能会发生什么样的情况？保护点的受力方向如何？如果路线上发生落石，你应该如何躲避？怎样调整到最合理，最舒适的保护姿势？选择保护位置时，一定要想清楚这些问题。除非你是站在大块平地上进行保护，否则一定要设好底端保护站，以防领攀者在设好1# 保护点之前发生坠落。

先锋保护的方法

我们已经说过，1# 保护点至关重要，除



先锋保护的理想情况



保护者固定在底端保护站上，进行先锋保护

非你是站在大块平地上进行保护——要是那样的话，如果领攀者在设好 1# 保护点之前发生坠落，就会直接掉在地面上，而不是发生系数极大的冲坠。这种情况下，1# 保护点仅起到限制绳索走向、控制其他保护点受力方向的作用，但即使是这样，也不能轻视它的意义。

我们也已经分析过，安全系统的关键在于减少冲坠发生时顶端保护点受到的冲击力。作为保护者，你所能做的就是选择一个合适的位置，让自己可以被绳子拉动一段距离，从而起到一定的缓冲作用。所以，除非在极特殊情况下，保护器一定要连接在你自己的安全带上，而不是固定的保护点上。不要把连接保护器的铁锁同时作为你与底端保护站之间连接的铁锁，否则就跟把保护器直接连接在底端保护站上没有区别，起不到任何缓冲作用。最好的方法是选择与 1# 保护点有一定距离、不受落石威胁的保护位置，这样一旦领攀者发生冲坠，就有更长的绳索可以起到缓冲作用。

用不着使用太复杂的保护站来固定你自己，因为有可能承受最大冲击力的并不是底端保护站，而是 1# 保护点。如果有可能，最好用两个以上保护点构成的保护站作为 1# 保护点，如图所示。即使底端保护站同时起到 1# 保护点的作用，你也应该跟保护点保持至少 1 米的距离。

如果领攀者无法在离开底端保护站之后马上设置足够稳固的 1# 保护点，那么就应该让底端保护站起到 1# 保护点的作用。要做到这一点，只要把攀登绳索扣进底端保护站的主保护点即可。1# 保护点承受的冲击力最高可达 6 ~ 8kN，单一保护点如果受力方向不理想，就很难达到如此之高的强度。至于固定你自己的保护点，则最多只需要承受你体重的 2 倍左右，也就是不到 2kN，通常情况下构成底端保护站的任何一个保护点都可胜任。

注意受力方向

许多攀登教科书单纯强调保护点和保护站的强度，却忽视了受力方向的范围。即使是在某个方向上强度非常大的保护点，如果受力方向发生变化，也有可能会轻易失效。我在两幅图中提供的两种不同保护方法，都是兼顾强度与受力方向，以达到最大限度的可靠性。我再强调一次，保护者用来自我固定的保护点并不重要，重要的是 1# 保护点，也就是最有可能承受领攀者大系数先锋冲坠的保护点。

语言交流

现在你已经设好了底端保护站，把自己保护起来，并且整理好了绳索，扣进了保护器。该跟你的搭档互相检查了。安全带反穿了吗？绳结的位置和打法正确吗？头盔扣好了吗？对讲机开机了吗？等等。通常情况下，两名攀登者会分别连接到绳子两端，如果保护者由于某种原因没有这样做，就应该在绳头上系一个收尾结，以免领攀者发生冲坠时绳子意外从保护器中滑出。互相检查完毕之后，领攀者就可以

准备开始攀登了。

通常情况下，领攀者准备好了之后会问“可以开始了吗？”或者“开始保护了吗？”保护者则会回答“可以！”或者“保护就绪！”领攀者回答“开始攀登！”同时出发。攀爬过程中，领攀者如果需要绳子收紧一些，就喊“收绳！”如果需要绳子松一些，则喊“给绳！”不要喊“松绳”，因为“松”与“收”谐音，很容易听错。领攀者即将通过困难地段时，通常会喊“小心！”一旦发生坠落，则立即喊“脱落！”或“冲坠！”如果领攀者需要挂在保护点上休息一下，可以喊“收紧！”这时保护者就收紧绳子，直到绳子承受领攀者的体重为止。领攀者有时会问“绳子还有多少？”保护者则根据实际情况回答“还有一半！”或者“还有十米！”如果绳子剩余不多，领攀者却仍然在攀爬，那保护者最好及时提醒。领攀者爬完一段、设好保护站、自己挂在上面之后，就喊“解除保护！”保护者则一边把绳子从保护器中取出，一边回应“保护解除！”

保护者应该随时关注领攀者的情况，确保绳子既不紧张，也没有多余的松绳；同时也要注意绳子的状态，避免绳子绕在岩石或其他装备上，或者产生扭结。给绳时，一只手必须随时握住制动端，虎口朝向保护器的方向，并且握制动端的手处于保护器以下，这样领攀者发生冲坠时保护器才能产生足够的摩擦。领攀者准备扣锁时，保护者要快速给出足够的松绳，而在领攀者成功扣锁之后，则要收回多余的松绳，然后等领攀者继续攀爬、腰部超过保护点后再恢复给绳。

领攀

让我们切换到领攀者的视角。假设你是领攀者，整理好装备，跟你的搭档做好互相检查，准备要开始攀登了。你告诉搭档：“我会朝上面那块大的岩板攀爬，看看那里能不能找到好的保护位置。如果没有的话，我就继续往上爬，可能需要你拆除保护站，采用行进间保护。没有问题吧？可以开始了吗？”

你的搭档回答“可以！”你知道他明白你的意思，因为你们俩之前也一起攀登过，并且一起研读过这本书，所以你对他很有信心。信心是领攀的关键。阿尔卑斯式登山是最危险、最需要全身心投入的攀登运动，而长距离的领攀则是其中最核心的部分，必须要有充足的信心支撑才能确保正常发挥。在偏远、寒冷、暴露、危险、充满不确定性的环境中，你必须维持理智，绝不容许崩溃。在这种时候，信心是你最好的伴侣。

再强调一遍

1# 保护点比底端保护站更重要！我读过的所有攀登教科书，包括《登山圣经》等经典著作，似乎全都忽略了这一事实。下一次当你看到有人在做保护的时候，不妨分辨一下，他们进行的究竟是先锋保护还是跟攀保护？如果是先锋保护的话，那么究竟是哪一个保护点负责承受领攀者的冲坠？如果领攀者在设好第一个保护点之前发生冲坠，情况又会是怎样？冲击力究竟会有多大？保护器能够对绳子造成的制动力在 2 ～ 3kN 之间，如果冲击力超过这个值，绳子就会从保护器中滑出一段距离，起到缓冲作用。如果你从网上下载的冲坠模拟软件告诉你，某种情况下的冲坠会对保护器造成 8kN 的拉力，那在真实情况下，绳子肯定会滑出相当长的距离。记住，受力最大的永远都是顶端保护点，所以整个保护系统的意义就在于提供足够的缓冲，尽量减少顶端保护点的受力。至于跟攀保护，受力情况则与顶绳保护相仿，直接把保护器连接在顶端保护站上，或者使用半扣结保护就可以了。

为什么没有图片

之所以我没有像那些传统的攀登教科书那样，在这里摆出一张又一张攀登者在高难度的路线上摆出各种匪夷所思的姿态的照片，是因为教授攀爬动作并不是这本书的目的。找一个水平比你更高的搭档，或是去附近的岩场进行顶绳训练，你会得到任何教科书都无法给予你的收获。只要你具有起码的运动天赋，在难度不高的 5 级地形上进行攀爬就没有任何问题，你所要学习的，只是在这样的地形上进行领攀。领攀最需要的是良好的心态和足够的实践，而不是复杂的攀爬技巧。

学习领攀

在传统攀岩和技术登山中，领攀可以说是最重要的一个门槛，学会了领攀才意味着你真正成为一名攀登者。领攀的挑战更多是在心理层面，而不是在攀登技巧或者操作技术上。要想学会领攀，必须首先学会设置保护点，但是二者完全不是同一个概念；你完全可以站在平地上，或是在顶绳保护之下练习保护点的设置。如果你对于保护点的设置还不是很熟练，那就不要贸然挑战处于你能力范围边缘的路线，以免发生危险。我个人认为，你最好在接触攀登运动不久之后就开始领攀一些难度较低的路线，这样可以让你的心理及早适应攀登中的暴露感。传统攀岩和登山运动与运动攀岩和人工岩壁攀爬的不同之处在于，前者必须要尽可能避免坠落，因为坠落很容易导致受伤甚至更严重的后果，而对于后者，坠落则是家常便饭。要想在 4 级和较容易的 5 级地形上充满信心地领攀，你必须熟悉自己的攀爬能力和心理状态，熟悉装备的使用和保护点的设置，并且与你的搭档建立信任关系。对于初学者来说，最好的学习方式就是跟水平比自己高的人搭档，在跟攀中熟悉保护点的情况和整个攀登过程；次好的方式则是用器械攀登方式攀爬传统路线，在这一过程中练习保护点的设置方法。就像我在第十二章中说过的那样，如果你能够在已经距离上一个保护点很远的情况下，从容不迫地设置好下一个保护点，那就说明你已经出师了。

对绳索安全系统整体情况的把握，是传统攀岩者和登山者必须具备的基本技能。正是因此，我才花这么多的篇章详细解释攀登中的力学原理，以及保护点和保护站的设置。只有通过学习和攀登实践，你才能认识和了解攀登过程中的各种风险，并且逐渐学会控制和规避这些风险——如果没有认识，自然就谈不上控制和规避。对于每一种技术，都要彻底理解它的原理，弄清楚它究竟是否安全可靠。

攀爬

假设你是一名有经验的攀登者，现在开始进行领攀。你保持身体贴近岩石表面，这样比较容易维持平衡。绳索从你的身体侧面通过，而不是两腿之间，这样万一发生坠落，你比较不容易被绳子拉成脚上头下的姿势。设置保护时，你会首先清理岩缝中的泥土和灰尘，如果缝隙太窄无法把手指伸进去，就使用岩塞钩进行清理。你会用手掌根部拍击岩板表面，检查岩板的松动情况。如果岩石有松动的可能，你就会尽量绕道而行；如果绕不开，你就小心翼翼，保证发力方向是朝下而不是朝外，并且尽量避免把全部体重放在同一块有可能松动的岩石上。绝大多数时候，你都维持三点接触岩石、一点移动的手脚节奏，但也不总是拘泥于此。设好保护点后，你会用力拉几下，让保护点嵌在岩缝中；如果保护点比较关键，你会用体重悬挂在上面进行测试，因为如果保护点连体重都承受不了，那就绝不可能承受冲坠。你用长扁带套连接保护点与绳子，以减少绳子上的摩擦，防止铁锁不正常受力，并且避免保护点因为受力方向变化而松脱。你仔细选择路线，随时给自己留出退路。如果偏离了既定路

线，你就倒攀回去；如果倒攀太过困难，你就采用器械攀登技术。你并不忌讳用保护点借力，甚至会专门在铁锁里扣一个扁带套作为脚点。如果遇到紧急情况，你会毫不犹豫地放弃一两件保护器材，让搭档用绳子把你放回去。你一方面尽可能避免坠落，另一方面也做好了意外坠落的心理准备。如果心中感觉不对劲，你会相信自己的感觉，放弃这一次的攀登，并不会把这当作懦弱的表现。你拥有足够的自信，任何程度的暴露感、不确定性、客观危险和时间压力都不会让你丧失理智。

而在下方，你的保护者——一个初出茅庐的新手——目睹了这一切，这让他学到了很多东西。跟水平比自己高的人搭档攀登，是最有效的提高途径。

攀岩：几点入门要领

登山过程中的攀岩，与普通的传统攀岩并不相同。登山时，你脚上穿着靴子，可能还有冰爪，手上戴着手套，身上穿着厚重的衣服，背上背着包，这一切都是普通攀岩所没有的。不过，基本的攀岩入门要领仍然适用。尽量用脚发力，减少手臂承受的力量；保持平衡；休息时手臂打直，不要发力弯曲——这些都是与初学攀岩相同的基本要领。

岩面攀爬（Face Climbing）是攀岩运动最常见的形式，我们就从这里讲起。手的动作非常简单：找到最好抓的手点，然后抓住即可。登山时，由于戴手套的关系，即使是比较大的手点也可能会不好抓，比较小的手点就更不用说了。所以，最好只戴薄手套进行攀爬，到休息或保护时再套上厚手套。

脚的基本动作有两种，踩（Edging）和抹（Smearing）。这两种动作对靴子的性能要求正好相反。踩在较小的脚点上时，你会希望靴底越硬越好；利用靴子的摩擦抹在倾斜岩面上时，你则希望靴底比较柔软，因为这样可以提供更大的摩擦力。如果一条路线主要为倾斜的岩板，手点和脚点很少，主要依靠“抹”的动作攀爬，这样的路线就称为斜板（Slab）路线。登山者会尽量避免攀爬斜板，因为可以设置保护的裂缝非常少，一旦发生坠落，坠落距离就很大，并且坠落者的身体会与岩面发生摩擦，很容易受伤。如果必须穿着高山靴进行斜板攀爬，那就把绝大部分体重放在脚上，手只起到维持平衡的作用。对于凹角型的岩缝，可以采用侧拉（Lieback）动作，就是脚采用类似“抹”的动作，手抓岩缝作为手点，重心向后以增加摩擦。侧拉或反抠（Undercling）则是把侧拉的原理用在横向的岩缝或只能向上发力的手点上。

岩缝攀爬（Crack Climbing）是攀岩的另一种基本形式。对于攀岩者来说，岩缝攀爬是必须掌握的基本技巧，但对于登山者则不然，因为能允许又大又硬的高山靴踩进去的岩缝，往往并不适合胀手（Hand Jamming）。登山者很少攀爬纯粹的岩缝，而是会把岩缝攀爬与岩面攀爬结合起来。假如你的靴子实实在在卡进岩缝里的话，要拔出来很可能得费一番气力。

进行岩缝攀爬时，同样要尽量把体重放在脚上，手则起到维持平衡的作用。把靴子侧向伸进宽度合适的岩缝，然后再正过来施加压力，就可以达到胀脚（Foot Jamming）的效果。胀手则是通过把手先伸进岩缝再握拳，或是其他增进摩擦的手段实现的。胀手时最好让拇指朝上，这样往上移动重心会比较容易。最理想的情况是让手始终处于腰部与胸部之间的高度，靠双脚交替发力上升，这样在外人看来就如同“上楼梯”一样。

设置保护点

设置保护点是领攀者必须掌握的基本技术。我再强调一遍，整个攀登过程中，最重要的就是领攀者所设置的第一个中途保护点，也

就是 1# 保护点。1# 保护点必须具备足够的强度和可靠性，既要能承受领攀者的意外冲坠，又不能因为绳子的抖动或受力方向的变化而松脱。最好能设置由 2 个以上保护点组成的保护站，起到 1# 保护点的作用。开始攀登之后，只要一有机会就要设好 1# 保护点，甚至可以由底端保护站起到 1# 保护点的作用。

设好 1# 保护点之后，领攀者继续攀登，每隔一定的距离就设置下一个保护点。如果领攀者携带的保护器材非常有限，就必须精打细算，为每个保护点安排最理想的位置。首先，每个保护点都必须足够稳固，如果某个保护点的强度有疑问的话，那还不如不把有限的保护器材浪费在这里。那么，满足了这一点之后，最重要的原则又是什么呢?

在领攀过程中设置保护点时，最重要的是避免发生系数大于等于 1 的冲坠，否则不仅会对顶端保护点造成较大的冲击力，还很有可能掉到下方地面或岩面上。所以，当你越过 1# 保护点之后，理论上下一个保护点与 1# 保护点的距离应该不超过 1# 保护点与保护者之间的距离，然后以此类推。每个保护点与上一个保护点的距离都不超过上一个保护点与保护者之间的距离。实际情况下，发生冲坠时绳索会有 25% 以内的延长，所以保护点间的距离还要比理论值略短。简单地说，就是越往上攀登，保护点的间距就可以越远：如果 1# 保护点设在 3 米高处，2# 保护点就可以设在 5 米，3# 保护点设在 9 米，4# 保护点设在 16 米，以此类推。在实际攀登中，如果遇到一小段难度比较高的地形，最好在此之前设置保护点，以增加你自己的信心；另一方面，即使在比较容易的地形上，也要注意每隔合适的距离设置保护点，以免意外坠落导致严重的后果。

横切

在横切过程中设置保护点时，不仅要考虑领攀者自己，也要考虑到跟攀者进行横切和拆除保护点的情况。在横切过程中，一旦跟攀者发生坠落，后果可能比领攀者坠落更加严重，所以保护点的位置必须慎重选择。与向上攀登相反，横切过程中，保护点的间距应该逐渐减小，而不是逐渐增加。对于跟攀者来说，最糟糕的情况就是难点位于横切刚刚开始处，因为领攀者通常会在难点之前设置保护点，下一个保护点则间距较大，这就意味着跟攀者要先拆除保护点，然后再通过难点，如果在难点处发生坠落，就会坠落相当长的距离。领攀者必须意识到这一点，在通过难点之后立即设置保护，才能让跟攀者感到心安。此外，横切也很容易导致保护点侧向受力，所以领攀者最好每次设置两个受力方向相反的保护点，彼此相连起到相互固定的作用。无论是领攀者还是跟攀者在横切时发生冲坠，都很可能形成钟摆式的坠落轨迹，在坠落过程中，头部很容易撞到岩石，所以一定要戴好头盔。

跟攀保护

领攀者到达合适的保护位置、设好顶端保护站后，下一步就是保护跟攀者上来。顶端保护站不需要像 1# 保护点那样的强度，因为跟攀者不会发生较大的冲坠，并且绳子的受力方向基本是固定的。所以，在设置顶端保护站时，最重要的是可靠性，也就是保护站不会因为意外的原因而失效。

那么，理想的顶端保护站应该是什么样的？在突出的岩角上或是足够粗的树上套一条扁带套，就可以成为合适的顶端保护站，当然最好再加一个副保护点，哪怕副保护的位置并不是很好，甚至副保护完全不受力也可以。如果 2 个保护点都足够可靠，就没有必要浪费时间建立太过复杂的保护站。事实上，假如你需要 4 个甚至更多的保护点才能组成足够可靠的保护站的话，那就说明这个保护位置并不理想。4 个不太可靠的保护点即使能做到均衡连



跟攀保护

接，也不如 1 个足够可靠的保护点来得安全。

保护操作可以采用半扣结，也可以使用自锁保护器。使用半扣结时，应该把半扣结打在顶端保护站主保护点的铁锁上，然后直接抽绳保护，一旦跟攀者发生坠落，半扣结会被拉翻过来，进入制动状态。不要让绳子通过主保护点，然后再用腰间的保护器或半扣结保护，否则会因为滑轮效应而导致顶端保护站受力加倍。使用自锁保护器时，要注意跟攀自锁模式的穿绳方向，一旦穿反了就无法正常收绳，从而让你意识到错误。

要想让操作姿势更自然，最好让主保护铁锁处于你面前较高的位置，这样你可以直接用双手收绳，并且每次可以收上来较长的距离。如果主保护铁锁位置太低，收绳动作就会很别扭。如果你有可能需要用绳子把跟攀者放下去，最好不要使用自锁保护器，除非你专门练习过相关操作（详见第六部分“进阶技术”）。用半扣结进行保护，你就可以随时为跟攀者给绳。当然，如果采用双绳操作，一人同时保护两人跟攀，那还是自锁保护器更为方便。

相比将保护器置于腰间的传统做法，这种操作不仅更简单，效率更高，而且也更加安全，并且一旦跟攀者遇到问题，你只需要打一个止绳结（如果用的是自锁保护器，那你什么都不用做），就可以解放出双手自由行动。

进行跟攀保护时，通常可以把绳子收得比较紧，这样跟攀者可以爬得更快，从而节省时间。需要注意的是，当跟攀者进行横切或是正在拆除保护点时，如果绳子上的拉力太大，很有可能会造成问题。除此之外，保护者还要一边收绳一边理好绳子，以免收上来的绳子打



收绳的同时注意理好绳子

结，或是垂落下去然后被卡住。如果你是通过绷紧的菊绳与顶端保护站相连接，可以直接把收上来的绳子搭在菊绳上，也可以在旁边挂一个扁带套，把绳子来回搭在扁带套里，如图所示。你也可以把背包挂在旁边作为绳包，把绳子直接收进背包里。

保护器的位置

在一些攀登教科书中关于跟攀保护的插图里，保护者把保护器直接连接在安全带上，绳子通过一把导向铁锁连接到跟攀者，并且导向铁锁是挂在构成顶端保护站的某一个保护点上，而保护者自己的菊绳却连接在顶端保护站的主保护点上。这实在是不可理喻。所谓“导向铁锁”，起到的只是改变受力方向的作用——将绳子上的向下拉力转化为保护器收到的向上拉力。一旦跟攀者发生坠落，导向铁锁受到的力就是这两个拉力的合力，也就是原本的冲击力的2倍。所以，为什么不把导向铁锁与保护者菊绳上的铁锁换个位置？还有更好的办法，为什么不直接在导向铁锁上打一个半扣结作为保护？这样的话，顶端保护站就只会受到跟攀者坠落的冲击力，相当于受力减少了一半。除此之外，半扣结还具有更高的安全性，因为无论绳索制动端处于什么样的角度，它都能提供足够的摩擦，并且万一遇到什么问题，也更容易解开。一个有经验的保护者，可以一边用半扣结进行跟攀保护，一边单手进行吃东西、喝水等简单操作。当然，任何时候都要至少有一只手握住绳索制动端。

跟攀

领攀者设好顶端保护站、把自己固定好之后，对跟攀者喊“解除保护！”跟攀者回应“保护解除！”之后，就可以开始拆除底端保护站、准备跟攀了。假设你现在是跟攀者，等待了一段时间之后，你的搭档终于开始抽绳子，直到绳子绷紧为止。“到了！”你朝上喊。没有回应。你等待着听到“保护就绪！”但是风太大，路线太绕，喊声传不过来。没有关系，你们熟悉彼此的操作流程，所以当绳子再次被用力拉紧的时候，你最后检查一遍没有任何装备落下，然后就开始了攀登。跟攀过程中，你可以随便用保护点甚至绳子借力——怎么快怎么来；如果保护者使用了自锁保护器的话，在难度较高的地段，你甚至可以用抓结或者上升器沿绳上升。当然，如果你真的沿绳上升的话，要注意避免下面的绳子在岩壁上卡住。要是保护者的收绳速度跟不上你的攀爬速度，绳子越来越松，你就得朝上喊“收绳！”爬到离保护点很近的位置时，要注意避免爬得太高，给保护点的拆除造成麻烦。拆除保护点时，只要把器材从石缝里取出来，然后把扁带套往肩上一挎，解开铁锁就可以继续攀登了。用不着把身上的装备整理清楚，因为保护点的数量通常不会很多，到交接装备时再整理也来得及。

交替

跟攀者到达顶端保护站时，领攀者或许会问：“下一段由你来怎么样？方才那个粉色的三角塞是不是很难拆？”跟攀者则一边把菊绳扣进主保护点，一边回答：“没问题，下一段就我来吧。我扣在这里可以吧？”扣好之后，跟攀者说“解除保护”，领攀者则回答“保护解除”，这样的言语交流通常可以提高效率。两个人都扣好保护之后，就可以开始交接装备了。如果原来的领攀者继续领攀，跟攀者就要把方才拆下来的保护器材交给领攀者，然后动手理绳。领攀者整理好装备之后，用一把新的丝扣锁扣进保护站的主保护点，把安全带上的攀登绳扣进去，拧上丝扣，然后就可以取下自己的保护器和主锁了。如果路线比较困难，那最好由同一个人连续领攀几段，因为在每一段

的保护过程中，他都会得到充分的休息，而跟攀者却是刚刚攀爬上来，需要休息和补充食物饮水的时间。如果同一个人连续领攀，就可以提高整体效率。

如果两人交替领攀的话，原先的跟攀者可以先把一路上拆除的器材扣回原先领攀者的装备背带上（假设这两人使用一条扁带套作为装备背带），整理好全部装备之后，再直接把装备背带接过来挎在自己肩上，准备领攀下一段。原先的领攀者则用一把新的丝扣锁扣进保护站的主保护点，把新的领攀者安全带上的攀登绳扣进去，拧上丝扣，然后取下自己的保护器和主锁扣回安全带上，准备进行先锋保护。

以上操作的前提是顶端保护站（也就是下一段的底端保护站）足够稳固，可以作为新的1# 保护点。如果受力方向有可能发生变化，可以再加一个副保护点，用来限制受力方向。如果顶端保护站不够稳固的话，就需要重新设置1# 保护点。

两人互相检查之后，保护者就做好保护准备，同时说“保护就绪！”领攀者则回应“开始攀登！”同时开始下一段的攀爬。

快速行进

“轻装、快捷”是这本书的核心理念之一。我最初读到“轻装、快捷”这个字眼，是在20 世纪 70 年代中期的一本《攀冰》（*Climbing Ice*）杂志上，该期杂志刊载了崔纳德的一篇文章，介绍了这一概念的内涵，并且把轻装与快捷同安全性画上了等号。攀登者之所以追求更高的效率、更快的速度，目的主要是为了减少在危险环境中的暴露时间，从而提高安全性。快速并不意味着忙乱，而是从容不迫，有条不紊，按部就班，绝不因为效率低下和可以避免的低级错误而浪费时间。在岩壁上快速行进的基本原则同前文提到过的快速徒步是一样的：首先要养成快速动作的习惯。在 4 级和较容易的 5 级地形上快速攀登，并不需要多么杰出的攀爬能力，因为提高速度的关键不在于加快每一个攀爬动作，而在于减少不必要的时间花费。与快速徒步的不同之处在于，快速攀岩要求攀登者必须熟练掌握技术装备的使用和绳索操作技巧，并且搭档之间必须有良好的交流与配合。这里，让我们首先复习一下第 3 章“快速行进”中提到的几条基本原则：

养成快速动作的习惯

与快速徒步一样，要想快速进行攀登，就必须首先把速度和效率当成最重要的追求目标，刻意提高你的总体攀登速度。要想提高速度，首先要尽量清除脑海中的怀疑和犹豫，把全部时间用在攀登上。快速动作并不意味着投机取巧、缩减必要的操作步骤，而是在于克服心理和态度上的障碍，随时关注攀登进度，把追求效率作为第一要务。

把尽可能多的时间用来攀爬

不知你是否注意过，在整个攀登过程中，真正用于攀爬的时间只占总时间的很小一部分，更多时间则是用于攀爬之外的事情。提高效率最立竿见影的方式，就是努力减少犹豫、发呆、整理装备、吃东西、理绳等无关操作所耗费的时间，把节省下来的时间投入到攀爬中去。

轻量化攀登

“轻量化”这个概念对于攀登者和徒步者的意义是不同的。对于徒步者来说，更大的负重主要意味着更高的舒适性，所以只需要在轻量化与舒适性之间进行取舍；而对于攀登者来说，更大的负重则意味着更多的装备，从而可以应对更复杂的情况，过度的轻量化可能会适得其反。要想做到合理的轻量化，必须对轻量化攀登的基本要领和轻量化装备的局限性有比较深入的理解。轻量化也意味着更低程度的保

障，从而更有可能因为意外情况而放弃攀登、选择下撤，这就需要良好的判断力。

在进行每一段的攀登时，都要考虑轻量化原则。当你进行领攀时，如果只携带路线上需要用到的少数几样保护器材，攀爬速度就会比带着所有装备要快得多；用不到的装备可以由跟攀者带上来。另一方面，一旦遭遇出乎意料的突发情况，你的选择范围就更加有限。

缩短休息时间

在攀爬过程中，这条原则非常容易把握：不要专门花时间休息。不要只为了休息而停下来。你完全可以在保护过程中吃东西、喝水、得到充足的休息。只有在顶峰上，以及回到营地之后，你才有机会稍微停下来休息一下。

控制队伍规模

三人采用双绳技术攀爬，速度不会比双人攀爬慢多少，前提是三人都训练有素并且彼此配合默契。总体上说，双人配合是速度最快的攀登方式。队伍越大，攀登速度就越慢，即使不使用绳索保护也是这样。第 24 章会详细介绍较大队伍在冰雪和岩石地形上提高行进速度的方法。

定期补充食物和饮水

通常情况下，攀登运动的强度并不会达到你的有氧运动能力极限，但即使是这样，你仍然要注意经常补充食物和饮水。攀登强度越大，食物和饮水的意义就越重要。在比较简单的地形上进行攀登时，特别是无保护自由攀登时，你很可能会保持强度较大、心率较高的运动状态，给身体造成比较大的能量消耗。只有及时获得能量补充，你才能长时间维持这样的运动状态。如果身体陷入脱水或是低血糖状态，就会严重影响运动水平。

使用登山杖

登山杖在比较陡的雪坡上表现往往比冰镐要好。在攀岩过程中，除了登山杖，你还可以借助其他一些装备和操作加快攀登速度，例如具有跟攀自锁功能的保护器、长绳套、菊绳、三角塞、Tibloc 简易上升器、半扣结等。

提高速度的小窍门

以下是一些提高攀岩速度的小窍门，分别适用于不同的情况，所以并没有固定的排列顺序：

尽可能少用绳索保护。一旦进行绳索操作，速度必然比无保护攀登要慢得多，特别是对于规模较大的队伍。无保护攀登是速度最快的攀爬方式，当然也是最危险的。几个人一起无保护攀登，并不比单独一个人无保护自由攀登来得更安全。究竟是使用绳索保护还是无保护攀登，需要由整支队伍共同决定。

提高建立保护站的效率。这就是前几章用如此之多的篇幅详细讨论保护点与保护站的原因。许多时候，保护站最关键的性能参数不是它的强度，而是它的可靠性，它对不同方向拉力的承受能力。整个系统中，承受最大冲击力的永远是顶端保护点，而 1# 保护点有可能承受的冲击力绝对值最大，所以对强度和可靠性的要求最高。学会使用长绳套，使用静态或动态均衡方式快速建设复杂的保护站。准备一长段 6 毫米辅绳，用来制作下降保护点，每次用小刀截出适当的长度，这样既能避免浪费，又可以在你需要利用天然保护点时提供足够的绳长。你所携带的装备越少，保护点的设置就越需要动脑筋——这也是轻量化必须付出的代价之一。

快速放置保护器材。你需要进行大量的练习，才能准确估计什么样的器材适合什么样的岩缝，用不着反复试验。你需要深入了解每种器材的使用方法和局限性，并且懂得如何利用副保护点控制受力方向。在难度较低的地形上，与其为了某个难以设置的保护点而绞尽脑



扣锁的全过程

汁，不如再往前攀爬一段距离，很可能会找到更容易设置保护点的位置。养成尽可能利用天然保护点的习惯，并且随身携带数量足够的长扁带套。

快速扣锁。任何练习过运动攀岩的人都清楚这一点的重要性。用单手把绳子快速准确地扣进铁锁，同样需要一定的练习。

在每一段开始和结束时提高效率。这需要领攀者与跟攀者的密切配合。领攀者到达适当的保护位置后，必须尽快设好顶端保护站，并且尽可能让顶端保护站能够在下一段攀爬中起到1# 保护点的作用，然后保护跟攀者开始攀登。跟攀者一旦听到“解除保护！”就要立即开始拆除底端保护站，最多只留下一个保护点固定自己；听到“保护就绪！”就要立即拆除最后的保护点，然后迅速出发。

充分交流。要做到这一点，两个人必须熟悉彼此的操作流程，并且事先明确交流的方法，例如拉几下绳子或是吹几声口哨究竟代表什么意思。我自己跟搭档攀登时，通常采用哨子作为远距离交流方式：吹偶数次说明遇到了比较好的情况（“保护就绪！”“解除保护！”“开始攀登！”），次数越多表明情况越好；吹奇数次则意味着遇到了麻烦（“给绳！”“准备行进间保护！”“注意！”），次数越多表明情况越严重。至于每次哨声的具体含义，则需要根据具体情境判断。

最简单但也最慢的操作方法，就是领攀者设好顶端保护站之后，先把绳子穿进保护器，再开始收绳，跟攀者感觉到绳子收紧就拆除底端保护站开始攀登。提高效率的一种方法，是领攀者先把绳子基本收紧，然后再穿进保护器开始保护；跟攀者必须在绳子收紧时等上一小会儿，等到领攀者再度拉绳时再开始攀登。假如跟攀者开始攀登，绳子却没有继续收紧，那就说明领攀者很可能并没有开始为他保护；如果他此时坠落的话，就会冲坠相当于领攀者已经收上去的总绳长，这可不是什么好玩的事。如果风太大，路线太绕，并且绳子跟岩石之间的摩擦比较严重，所有普通的交流手段都难以发挥作用，那就只能缩短每一段攀爬的距离——这也就意味着要设置更多的保护站，从而对保护站设置的效率提出了更高的要求。另一种解决方法是两个人都携带对讲机，只要对讲机有电就可以随时进行口头交流。对讲机能够显著提高攀登效率，对于采用双绳操作的队伍，甚至可以说是绝对必要的。

用保护点借力。采用简单的器械攀登操作。尽可能替跟攀者收紧绳子。只要能提高效率，怎么做都可以。使用自锁保护器进行跟攀保护，既可以让跟攀者加快速度，又可以暂时解放你的双手，让你利用这宝贵的时间补充食物和饮水。不要误会我的意思。进行纯粹的攀岩时，我绝不会用保护点或是绳子借力——那样就丧失了攀爬的乐趣；要是我搞不定某一条路线，就改爬更简单的。但是登山则不同，因

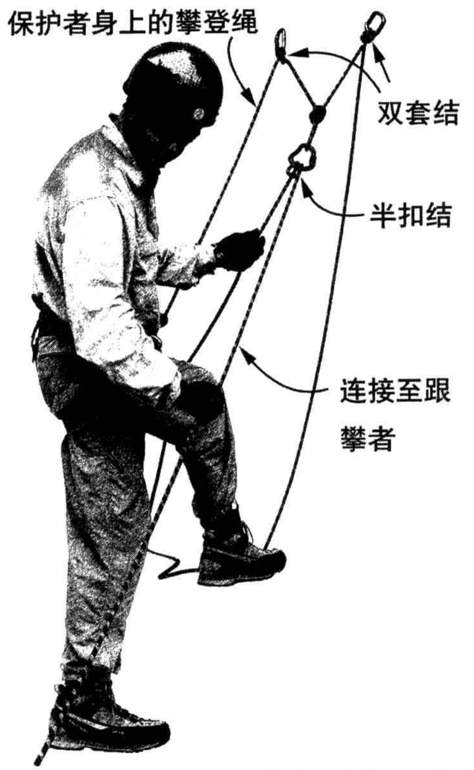
为速度和效率是登山的关键，与其无谓在难点处浪费时间，不如尽可能快速解决问题。

提高交接速度。如果在每一段攀爬结束后的交接过程不够熟练，就会浪费大量的时间，所以最好能提前达成一致：下一段由谁来领攀？谁来负重？要用到哪些装备？需要休息吗？等等。假如绳子弄乱了，重新理绳就需要大量的时间，所以收绳时必须要十分仔细，特别是在采用双绳操作时，绝不能草草把绳子扔成一堆了事。交接过程中也要注意口头交流，以便随时弄明白彼此的意思。如果采用交替领攀的话，最好把绝大部分保护器材都挂在一条扁带套上，由领攀者斜挎在肩上，这样交接时只需要递过扁带套即可。

熟悉绳索操作。如果绳索操作不熟练，就会浪费大量的时间。进行跟攀保护时，必须在收绳的同时理好绳子。在难度较低的路线上交替领攀时，可以不把绳子直接系在安全带上，而是通过丝扣锁与安全带连接，这样交换位置时只需要打开铁锁，彼此交换绳端即可。

默契配合。这需要两个人的共同努力。例如，领攀者到达适当的保护位置、设好第一个保护点、用双套结与保护点连接之后，就可以立即喊“解除保护！”跟攀者可以一边回应“保护解除！”一边开始拆除底端保护站，最多只留下一个保护点用来固定自己。如果已经设好的保护点足够可靠，领攀者觉得没有问题，就可以立即开始往上抽绳，等到绳子一绷紧就打上半扣结开始保护，跟攀者则立即拆除最后的保护点开始攀爬。此时尽管顶端只有一个保护点，但是路线上还有领攀者沿途设置的众多保护点，所以整个系统仍然是足够安全的。领攀者可以一边保护，一边设置其他的保护点作为副保护。这样就不会浪费一丁点时间，但是需要两个人都对整套操作流程非常熟悉，并且配合非常默契。

快速跟攀。跟攀相当于顶绳攀登，所以没什么好顾虑的，让领攀者收紧绳子，然后尽可



最简单的跟攀保护系统

能快速攀爬。如果某一段实在太难，跟攀者也可以在绳子上打两个抓结或是上升器，开始沿绳上升，这样总比器械攀登来得快。

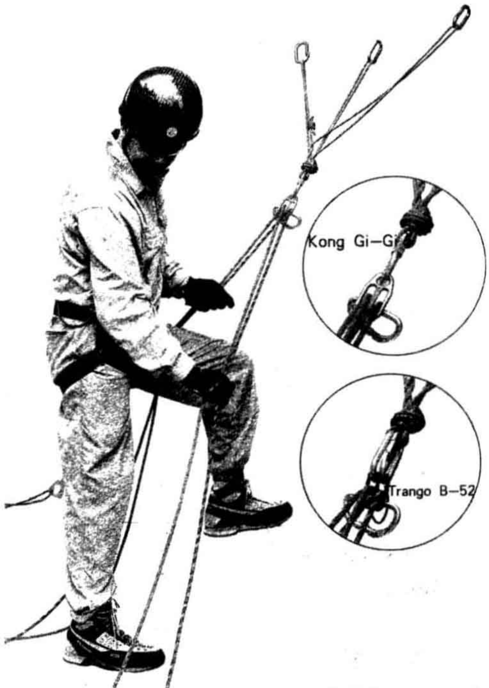
快速通过比较容易的地段。在大多数登山路线上，真正的难点只有一小段，大多数地段难度都较低，可以采用比较大胆的攀登策略。登山者必须学会在低难度的地形上快速移动，因为登山路线几乎总是包含大段的低难度地形。如果必须采用绳索保护的话，那就减少中途保护点的数量，但是也必须设置几个保护点——否则绳索就没有任何意义，还不如直接无保护攀登。

学会穿冰爪攀岩。可以先到附近的岩壁，在顶绳保护下多多练习。学会用冰镐钩挂岩石，完成难度比较高的攀爬动作。登山路线经常包含大量的冰岩混合路段，如果频繁穿脱冰爪的话，就会浪费大量的时间。

采用行进间保护。这样领攀者、跟攀者和绳索都处于移动状态，只需要领攀者沿途设置保护点、跟攀者沿途拆除即可。两人之间随时要有至少 2 个稳固的保护点（否则还不如不使用绳索）。第 24 章会详细介绍行进间保护的方法，但是有三条基本原则必须遵循：第一，不要坠落；第二，不要坠落；第三，还是不要坠落。事实上，如果领攀者坠落的话，跟攀者很可能不会有事；如果跟攀者坠落的话，就会把领攀者也拉下来，两个人都有可能受伤，除非你们每隔一个保护点就加一个 Tibloc。

背着绳索攀登。如果某一段攀爬距离很短，跟攀者完全可以在绳子上打一个蝴蝶结，用铁锁与安全带相连接，然后把多余的绳子塞进背包里，拆除保护站开始跟攀，用不着等着领攀者把所有松绳都抽上去。

双人同时跟攀。队伍人数达到或超过三人时，如果每次只有一人跟攀，就会大大降低总体效率，所以最好采用双人同时跟攀的策略。跟攀的两人应保持 5 米左右的间距，所以绳子必须足够长。如果采用单绳保护，跟攀的两人就只能串联，下方的跟攀者一旦坠落，就会把上面的跟攀者也拉下来；为了解决这一问题，上面的跟攀者可以通过上升器与绳子连接，这样就不会受到下方的拉力影响。如果采用双绳操作，就没有这样的问题，但是保护者必须使用自锁保护器。第一个跟攀者要拆除绝大多数保护点（除了横切路段的保护点），但是对于那些难对付的保护器材，则可以留给第二个跟攀者慢慢拆除。如果你们只有一条绳索，却打算采取双绳操作，领攀者可以连接到绳子中点，把单绳当作双绳来使用，尽管这样相当于绳长缩短了一半。此时保护者应该仅用一股绳子进行保护，因为如果用两股绳子同时保护的话，不仅会增加保护器上的摩擦，而且会变相降低绳子的缓冲性。用这种方式连续攀爬两段，所花的时间可能比用常规单绳操作攀爬一段还要短。

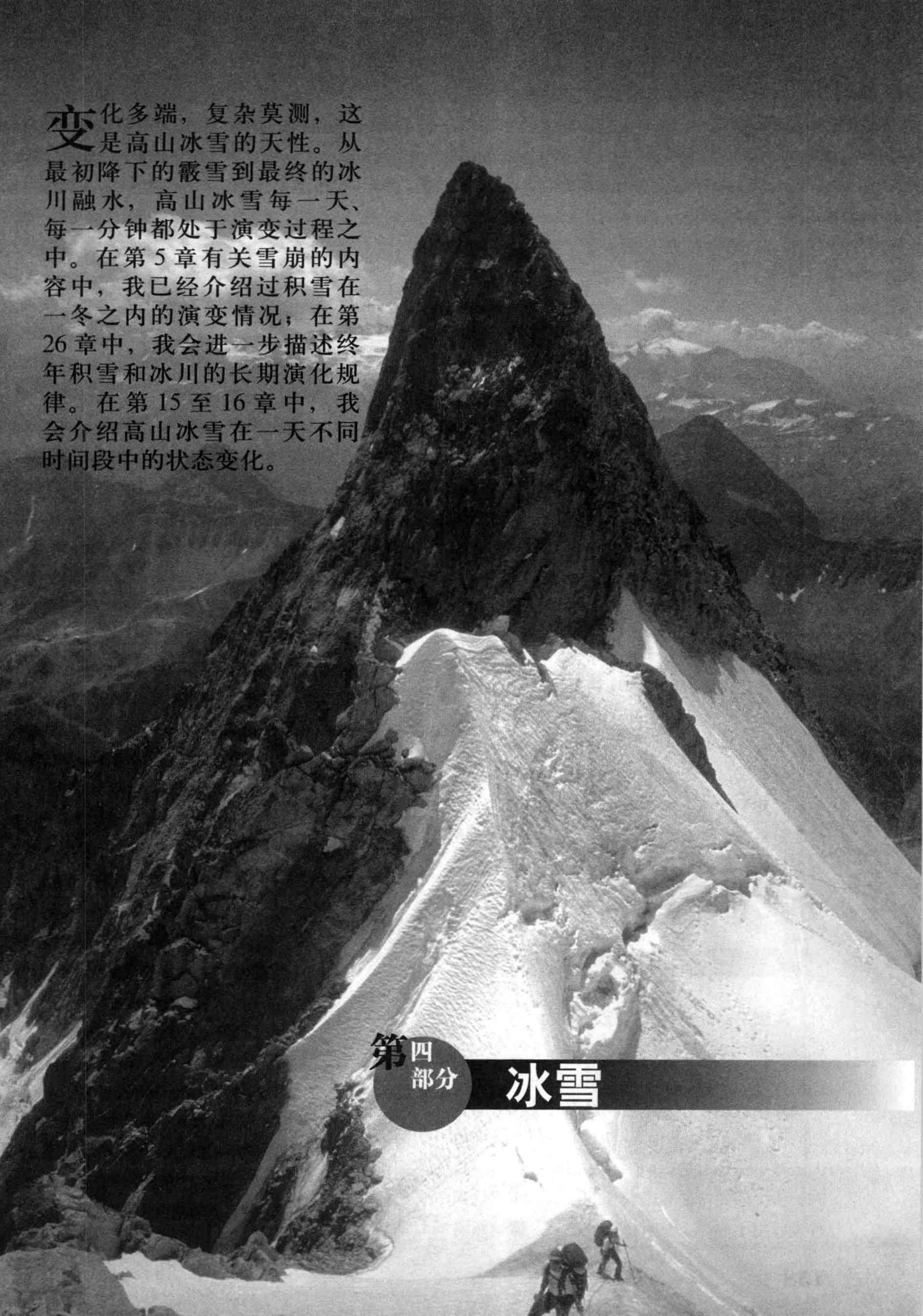


用自锁保护器同时保护两人跟攀

不要选择超出队伍能力范围的路线。一旦被迫采用器械攀登，就会花费大量的时间，特别是在有负重的情况下。此外，路线的难度会带来心理压力，增加判断失误的几率。如果路线难度确实超出了所有人的能力范围，那就知难而退。

不要坠落。坠落不仅很容易导致受伤，还会耗费大量的时间。领攀者应该尽一切可能避免坠落：放置更多的保护点，用保护点借力，挂在绳子上休息，绕过困难路段，甚至在不得已的情况下倒攀回去。倒攀是登山者需要掌握的重要技能之一，在许多情况下，倒攀都比下降更安全、更快捷。无论你怎么做，都比发生坠落要来得好。再强调一遍，无论如何都不要坠落。

变化多端，复杂莫测，这是高山冰雪的天性。从最初降下的霰雪到最终的冰川融水，高山冰雪每一天、每一分钟都处于演变过程之中。在第5章有关雪崩的内容中，我已经介绍过积雪在一冬之内的演变情况；在第26章中，我会进一步描述终年积雪和冰川的长期演化规律。在第15至16章中，我会介绍高山冰雪在一天不同时间段中的状态变化。



第四部分 冰雪



15 冰雪装备

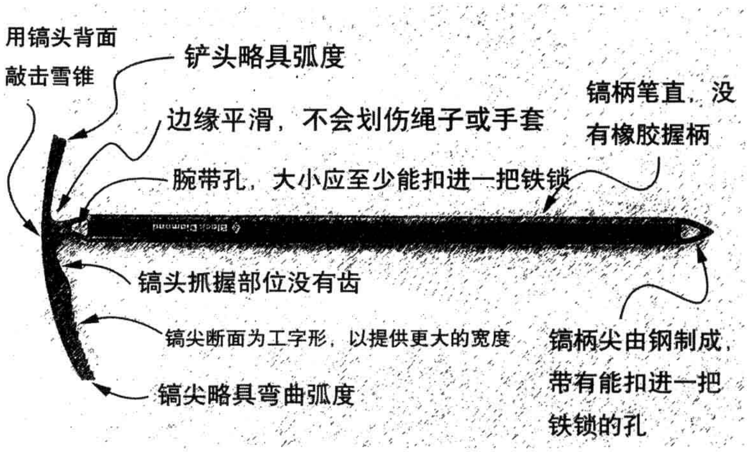
要攀登雪山，自然免不了跟雪打交道。登山者要对付的，既有平坦的粒雪盆，也有陡峭的硬雪坡，以及由积雪经过多年演化而来的冰川冰；少数情况下，例如通过冰川背隙时，登山者还需要攀爬由冰川融水重新冻结而成的季节性的水冰。高山冰很少会形成长距离的垂直冰壁，更多情况下只是不同角度的冰坡，所以在这一章里，我主要介绍在难度一般的冰雪地形上行进所需要的装备，而不是用来攀爬高难度冰壁的攀冰装备。

冰镐

冰镐是对登山者用处最大的装备之一，也是登山运动的象征符号。随着攀登运动的发展，冰镐早已演化出几种不同的门类，所以有必要先说清楚，我在这里只讨论传统意义上的长冰镐（Mountaineering Ice Axes），又称为大冰镐——也就是镐柄为直柄或略有弯曲、具有铲头、镐尖弯曲弧度较小的冰镐，而不是那种设计用于攀冰，具有铲头或锤头、镐柄和镐尖弯曲弧度较大的短冰镐（Ice Tools），又称为小冰镐。

图 15-1 中的冰镐（Black Diamond Raven）设计非常标准，所以用它来示范冰镐的常规结构。令人费解的是，Black Diamond 还生产另一款重量极轻、镐头用钛合金制造、镐尖更短、铲头更窄的冰镐，却把它命名为 Raven Pro（“专家级” Raven）——难道名字不应该反过来吗？

镐头（Head）——曲线平滑，没有锯齿或尖锐的棱角，所以不会划伤绳子或手套。Raven 的镐头与镐柄呈 T 形连接，且镐头较宽，约为 14 毫米，这样更适合将镐柄插进雪中进行自我保护（Self-Belay），并且也更适合将整支冰镐倒过来，用镐头把雪锥敲进硬雪里。注意腕带不要通过镐头外侧。注意，镐头用于抓握的部分没有齿，这样不会对手套造成磨损，并且在采用靴镐保护的时候也不会磨坏绳子。Raven 的镐头由不锈钢铸造而成，另一些款式的长冰镐则采用锻造工艺，后者具有更高的强度和耐用性。



登山用长冰镐

铲头（Adze）——呈三角形，略有弯曲，锋利程度适中。铲头主要用于挖掘硬雪，以及在硬度不大的高山冰中劈砍台阶。如果你需要对付比较坚硬的冰层，可以把铲头再磨得锋利一点，当然这样就更容易意外把自己划伤，或是划破衣服。

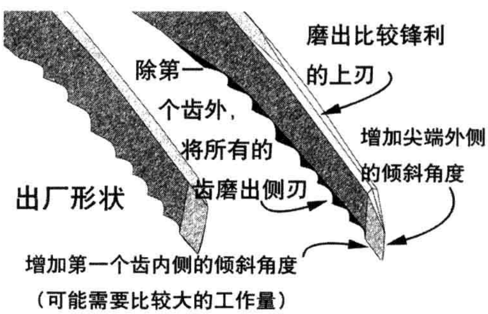
镐尖（Pick）——又称为“鹤嘴”，因为冰镐的形状与工人用的鹤嘴锄有几分相似。长冰镐的镐尖弯曲弧度通常较小，由于镐柄较长，这样更适合挥镐入冰。不要刻意追究镐尖的弯曲方式究竟是正曲还是反曲，对于长冰镐而言，二者并没有明显区别。由于登山者可能需要对付非常坚硬的冰川冰，所以最重要的是镐尖的入冰和出冰性能，而要了解某一款冰镐的镐尖性能，唯一的办法是进行实地测试。如果镐尖比较锋利，入冰性能很好，但是不容易拔出，可以把上缘用手锉修出刃来，这样可以让出冰变得更容易，如图 15-2 所示。

镐柄尖（Spike）——长冰镐的尾尖要足够锋利，并且与镐柄之间的过渡足够平滑，便于插进硬雪。镐柄尖最好由钢制成，铝合金或钛合金的镐柄尖在冰上的表现很差，所以那些带有铝合金镐柄尖的轻量化冰镐只适合攀登雪坡，不适合攀爬坚硬的高山冰。我自己的超轻量化冰镐其他部分的设计非常好，可惜镐柄尖是铝合金的，所以我自己找车床车了一个钢尖，把铝合金尖替换下来。有些材料上说，镐柄尖最好是扁平结构，这样更适合在下雪坡时使用；我则认为这是没有必要的。镐柄尖与镐头都应该具有至少能扣进一把铁锁的孔。

镐柄（Shaft）——现代长冰镐的镐柄通常为铝质，截面为椭圆形，这样既方便抓握也不影响插入硬雪。不要选择镐柄握手处包有橡胶的冰镐，或者镐柄略有弯曲的冰镐，这些设计都不适合镐柄入雪。橡胶握柄尽管有保温作用，但是你在登山过程中，只有在即少数情况下才会抓握镐柄，所以橡胶层的意义并不大。

镐柄的合适长度是登山界由来已久的争议话题。我认为，究竟该选择多长的镐柄，主要是由长冰镐的用途决定的。

长冰镐的用途不是挂在墙上做装饰（所以不要考虑镐头用铝合金制造的冰镐），也不是当作拐杖使用（登山杖在这方面的表现要好



用手锉修整镐尖的形状，使之更适合硬冰

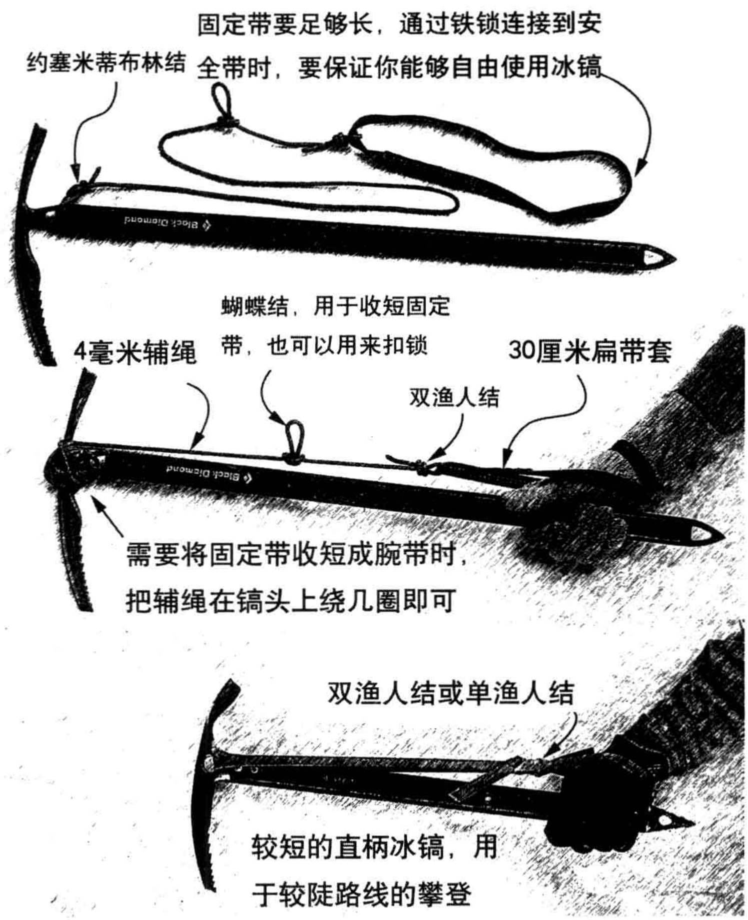
得多），而是为了保障登山者的安全，防止发生滑坠。在登山过程中，滑坠通常都是在下坡时发生的，所以长冰镐最重要的作用，就是在下坡时避免滑坠。要想做到这一点，镐柄必须具有足够的长度，足以接触坡面，并且镐柄尖必须足够尖，即使在硬雪和亮冰上也不容易滑动。传统的长度标准是单手握镐头，手臂自然垂于体侧时，镐柄尖应处于脚踝高度，而近年来则流行更短的冰镐，理由是短镐更适合攀登比较陡的冰坡。且不论这样的说法是否正确，就算是这样，又有什么意义呢？向上攀登是最不容易发生滑坠的时候，只有在横切和下坡时，特别是冰爪绊到裤腿时才容易发生滑坠。

所以我认为，长冰镐的长度应该比传统标准再长一些，最好在单手握镐头、手臂自然垂于体侧时，镐柄尖能触及地面。另一种测量方法是把镐头放在地板上，镐柄垂直于地面，手臂自然垂于体侧，传统说法认为镐柄尖触及指尖即可，我则认为镐柄尖应能到达手掌。找一面斜坡测试一下下坡的感觉，如果采取正常姿势下坡时，冰镐能触及脚尖之下的坡面，就说明长度是合适的。如果镐柄太短，下坡时就只能采取比较低的蹲姿，时间一长就会非常吃力。短冰镐同样不适合在下坡时劈砍台阶。大多数登山者应该至少选择 70 厘米的冰镐，如果你个子比较高，冰镐长度应该在 75 厘米以上。不必太过偏执于重量，现代的长冰镐都很轻，即使多出十几厘米的长度，对重量的影响也不大。决定冰镐在攀爬陡坡时表现的并不是镐柄长度，而是镐尖的形状和入冰性能，所以你也用不着顾虑这一点。事实上，长柄冰镐在攀登硬雪坡时更有优势，因为你可以把镐柄当成扶手使用，从而减少总的挥镐次数。绝大多数情况下，你并不会把长冰镐像短冰镐那样用于牵引攀登（Piolet Traction）——手握镐柄，将镐尖挥入冰面，然后把镐柄作为手点。长镐柄对自我保护与滑坠制动（Self-Arrest）都是有利无弊，并且可以让冰镐更适合横着埋在雪里作为雪锚。总之，长镐柄的优势实在是太多了。

腕带

腕带的基本作用是防止冰镐意外丢失。腕带可分为两类，即与镐柄等长、套在手腕上的常规腕带（Leash），以及长度较长、直接连接到身上或安全带上的固定带（Lanyard）。腕带通常用尼龙扁带或辅绳自制，也可以购买厂商提供的款式。如果攀登路线非常陡，基本不可能用冰镐进行自我保护或滑坠制动，那也可以选择比较短的冰镐，并将腕带调整为最适合攀爬的长度：单手持冰镐握柄部位水平向前伸出时，腕带应刚好能够受力，如图所示。常规腕带套在手腕上的方式有三种：直接系好固定长度的绳圈；在腕带末端打一个双渔人结，形成大小可调节的绳圈；或者将绳圈留得长一些，使用时在手腕上多套一圈。这最后一种做法是我自己通常所采用的，即使在腕带承受大部分体重时，对手腕的压迫也并不比另外两种方式严重，何况登山者通常并不需要长时间靠腕带承重。如果你需要较长时间用腕带承重，或是对你自己打的绳结不够信任，可以买一条装备厂商专门制作的腕带，例如 Yates Handcuffs 等款式。腕带必须从手腕背面连接到镐头，不能从手掌部位通过，更不能与镐柄相连接。不要使用那种通过胶圈与镐柄连接的短腕带，那样的腕带既不可靠也不实用。腕带不能影响你对镐头的抓握。某些情况下，你可能需要把冰镐插进雪里，然后在腕带上挂锁作为保护点，所以腕带必须具有一定的强度。

许多登山者都会选择使用比常规腕带更长的固定带，直接连接到安全带上，这样即使在尝试滑坠制动时不慎冰镐脱手，也可以拉回来再度尝试——前提是动作要足够快。固定带比腕带更长，所以你更不容易被脱手的冰镐戳伤。需要牢记的一点是，在冰雪地形上行进时，你的身体必须随时与冰镐保持连接，无论



长冰镐的腕带和固定带

是通过腕带还是固定带。固定带的长度应该足够长，方便你做出挥镐动作，以及进行靴镐保护；但也不能太长，否则在下坡时很容易把你绊倒，上坡时也有可能意外被冰爪踢中。紧急情况下，可以用120厘米扁带套临时作为冰镐固定带。如果坡度比较陡，你可以把固定带在手腕上绕几圈，当作常规腕带使用。相反，如果你使用的是常规腕带，也可以用铁锁把腕带扣到菊绳上，当作固定带使用。如果担心扁带制作的固定带会吸水结冰，可以用4毫米辅绳制作固定带的主体部分（4毫米就够了，因为4毫米辅绳的强度已经超过了冰镐本身的承受能力），用约塞米蒂布林结系在镐头上，尾端则通过双环活结连接一条30厘米扁带套，既可连接到安全带也可作为腕带使用。如果临时需要把固定带收短，可以在辅绳中段打一个蝴蝶结。

镐头护套

冰镐的材料是钢和铝，隔热性能很差。如果你的手非常怕冷，或者你要在非常寒冷的环境下使用冰镐，最好用废防潮垫和胶带把镐头的抓握部位包裹起来，形成具有隔热作用的镐头护套。这样的护套往往是临时性的，只要你用镐头背面敲击雪锥，护套就会损坏，但是它至少可以让你的手暖和一些。也有些厂商提供

用粘扣固定的专用护套。

辅镐

攀冰者和极限登山者通常会携带两支短冰镐，有时甚至会携带第三支镐作为备份。两支镐的长度通常都在50厘米左右，一支带有铲头，另一支则带有锤头。一般的登山者则很少会需要专门的短冰镐，对于路线上难度不大的攀冰地段，只要用长冰镐配上一支辅镐就够了。辅镐也可以用来敲击岩锥或雪锥、拧老式冰锥等等。最好选择一支带有锤头、镐柄为直柄的老式攀冰镐，因为直柄镐的锤头比弯柄镐要好用得多。辅镐失手掉落的几率比长冰镐更高，所以一定要配备合适的腕带。

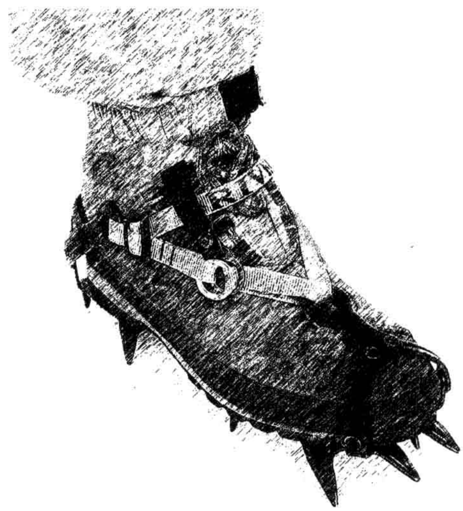
冰爪

目前市面上的冰爪（Crampons）款式繁多，其中不乏适合登山运动的设计。一款好的登山冰爪，首先必须适合你的靴子。冰爪的长短通常很容易调节，所以你需要考虑的主要是硬度，包括靴底的硬度。现代冰爪可分为软式（Flexible）、半硬式（Semi-Rigid）和全硬式（Rigid）三大类；不必考虑全硬式的立齿冰爪，因为它们是为靴底非常硬、几乎不会变形的攀冰靴设计的，并且重量大，也更容易粘雪。即使是那些自带阻雪板的全硬式冰爪，也不适合登山运动的需求。软式的平齿冰爪重量轻，不容易粘雪，最适合登山。

在过去，穿冰爪曾经是一件非常麻烦的事，但是今天的冰爪已经很方便穿脱了。不同款式的冰爪固定方式各不相同，对靴子的结构也有不同的要求。全卡式冰爪需要靴子前后都有卡槽，前绑后卡式冰爪只需要靴跟处有卡槽，而全绑式冰爪则适合几乎所有款式的靴子，甚至可以用于大部分徒步鞋。与其为了满足冰爪的要求而选择前后都有卡槽的靴子，不如给自己更宽的选择面——全绑式冰爪的设计早已今非昔比，不再会因为长时间行走或踢冰而松脱，并且可以搭配更多种类的雪套。所以，如果你不需要进行长距离、高难度的攀冰，不妨选择一副全绑式冰爪。

接下来就是在10齿和12齿之间做出选择了。现代的许多10齿甚至9齿的冰爪，与12齿的性能区别并不大，并且重量更轻。大部分品牌和款式应该都能满足你的需求，除非你的靴子是那种宽头的登山滑雪靴。不要购买铝合金冰爪，因为它们尽管重量较轻，但却只能用于雪坡，在冰面上发挥不了什么作用，进行混合攀登时更是会迅速磨损，何况现代的10齿钢冰爪就已经足够轻了。

所以我的建议就是：选择一副全绑式10齿钢质平齿冰爪，前齿不需要太长，也不需要很锋利，最好是那种齿尖为扁平棱面的设计。这样的冰爪非常适合登山，在难度较低的冰壁上也能胜任，并且重量非常轻。我自己在攀登需要长距离高难度攀冰的路线时，或许会选择12齿半硬式立齿冰爪，但是在一般的登山路线上，10齿平齿冰爪就够了。原因很简单：长度较短、不那么锋利的前齿，比较不容易绊到另一只靴子或是裤腿，导致你意外摔倒而发生滑坠。此外，越是锋利的前齿，在岩石上磨



10齿全绑式登山冰爪

损就越快，而齿尖呈扁平棱面状的前齿则可以使用更长的时间。

如果需要在0℃左右的软雪中行进，冰爪粘雪就有可能成为严重的问题，此时可以考虑给冰爪加上阻雪板。如果加装了阻雪板之后，仍然有雪在冰爪底部黏成团块，可以抬起脚，用冰镐柄在靴子侧面敲几下把雪敲掉。如果路线上的雪不是很黏的话，通常只要事先用胶带贴在冰爪底部的活动部件表面，就可以避免粘雪。有些登山者会用废旧塑料板自己制作阻雪板，再用细铁丝固定到冰爪上，这样往往比厂商提供的阻雪板更有效，并且重量更轻。对付粘雪还有一种更简单的办法：把冰爪脱掉——如果雪松软到黏在冰爪底下的程度，你通常就已经用不着冰爪了。踏雪板在某些情况下，例如在覆有一层薄雪的硬冰坡上，只会降低冰爪的总体性能。

有些款式的冰爪不仅具有单立齿，后跟还具有后齿（Spur），这样的冰爪是为高难度的攀冰和混合攀登设计的，对登山者不仅没有帮助，还很容易造成麻烦——例如在你蹲下的时候扎破屁股。

踏雪板

踏雪板（Snowshoes）大体上可分为两类，传统的徒步用踏雪板和比较新式的登山用踏雪板。前者的底面积不够大，并且没有齿，在陡坡、硬雪和冰面上很难发挥作用。美国的登山者通常会选择MSR的Denali Evo Ascent和Lightning Ascent，以及Grivel的Promenade/Violino。MSR的两款踏雪板都自带前脚掌金属齿，并有横向的钢条增加坡面上的抓地力。Grivel Promenade踏雪板自带全脚掌长度的冰爪，比MSR踏雪板更适合具有一定难度的攀登，而Violino则具有与Promenade相同的外部框架，可以与你原有的冰爪配合使用。二者的最大适用坡度均为35°左右，与碎石坡的天然休止角相当。我自己使用的就是MSR的踏雪板，因为上面的横向钢条即使是在坚硬的冰坡上也能发挥很好的止滑作用，并且固定方式既不会对脚产生压迫感，又能保证踏雪板与靴子稳固连接。

采用一体化塑料结构的Verts踏雪板也可以用来攀爬雪坡和岩石，并且重量更轻，但是由于缺乏金属部件，在冰面上的表现并不好，并且在平坦的雪面上不如别的踏雪板舒服。事实上，在松软的雪面上行进时，滑雪板往往是比踏雪板更好的选择。

踏雪板的替代品

你可以用超短滑雪板（Firngliders）替代踏雪板。我自己所使用的型号是Rossignol Free Ventures，长度仅有99厘米，固定器可兼容一般的高山靴，并且配有爬坡用的止滑带（Skins）。另一些厂商也有他们自己的超短滑雪板型号。贴上止滑带的滑雪板不仅在爬坡和横切时的表现比踏雪板好，而且下坡更是快速得多，并且能提供更多的乐趣。

登山滑雪

既然提到了滑雪板，就不妨介绍一下登山滑雪（Ski Mountaineering）。几乎所有世界级的登山高手都是登山滑雪的高手，有些人甚至一路穿着滑雪板完成过一些难度较高的路线首登。登山滑雪与一般意义上的越野滑雪并不相同，不仅有滑雪的激情和飒爽，也有登山的艰苦与乐趣。登山滑雪是一种专门的运动形式，这里就不多花篇幅详细介绍了，不过作为一个登山者，我希望你能保持开阔的视野，大胆尝试各种新鲜的攀登方式。

登山杖

登山杖正在成为越来越多登山者所钟爱的攀登装备。我在第3章中已经简单介绍过登

山杖在徒步中的应用，而在较低难度的冰雪地形上，登山杖也可以在许多方面替代冰镐的作用。让我们首先区别一下“雪杖”与“登山杖”的不同概念。雪杖或者长度不能调节，或者仅分两节；登山杖则分为三至四节，收到最短时仅有60厘米左右的长度，更加方便携带。或许将来登山杖会经过进一步的演变，分化为一般的“徒步杖”和专门用于登山的“专业登山杖”，后者将逐渐取代长冰镐的地位；或许有一天，专业登山杖配上锤头辅镐的组合，会成为登山者的新标配。

登山杖不仅比长冰镐更长，抓握起来也更顺手，所以在预防滑坠方面的表现比长冰镐要好得多，因为你更容易把握身体的重心。在雪坡上脚踩滑雪板、手持雪杖，无疑比脚穿冰爪、手持长冰镐更加行动自如，并且也更有乐趣。即使在不穿滑雪板时，登山杖也比长冰镐更好用，除非是需要攀冰的情况——这时我会使用较短的长冰镐配合锤头辅镐进行攀爬。那种握柄上装有镐尖的登山杖，可以用于持握支撑（Piolet Panne）和持握牵引（Piolet Poignard），最适合攀爬陡峭的硬雪坡，参见第16章的相关插图。下坡时，雪越硬、坡度越陡，登山杖相对于冰镐的优势就越明显。单根登山杖的重量只有长冰镐的一半左右，所以完全可以携带一对。登山杖只要去除阻雪盘（Snow Basket），就可以插进雪中作为冰裂缝探测器使用。目前的装备发展趋势是，某些登山杖变得越来越像冰镐（加装了镐尖等部件），某些冰镐则变得越来越像登山杖（例如Stubai、Petzl Charlet等厂商出品的可抽出一节杖身的长冰镐）。当然，登山杖要想广泛取代长冰镐的作用，还要变得更加适用于滑坠制动，并且滑坠制动的标准姿势也必须经历进一步的演变。除此之外，腕带的结构、杖尖和阻雪盘的更换、杖身分节固定等方面的设计也需要创新。

就在这本书即将定稿时，我的一位朋友在



登山用雪橇

一次冰坡滑坠中丧生。当时的坡度并不是很陡，但是坡面为亮冰，那位朋友被人发现时，双手都握着登山杖，冰镐挂在背包上。所以说，登山杖要想真正取代冰镐的作用，还有一段路要走。

雪橇

雪橇（Pulkke）是用来在长距离雪地行进中拖拽装备的。市面上销售的登山用雪橇，容量在 200 升～ 300 升之间，自重约为 5 公斤左右。在坡度较缓的雪坡上，无论是上坡还是下坡，雪橇都能提供较大的帮助，而且在雪面不平时比直接拖拽拖包更容易操控。登山专用的雪橇都有硬质的拖拽杆，还有通过拉绳控制的刹车，这样即使在下坡时，雪橇也不会滑下来卡在你的靴子后跟或是滑雪板上；尾部则有可固定的挡板，这样在上陡坡时雪橇不会翻过来。一副设计良好的雪橇，即使在塞满的状况下也很容易操控。如果进山路线包含长距离的冰雪路段，用雪橇拖拽装备是个不错的选择。

雪镜

高海拔地区的紫外线非常强烈，再经过雪面的反射，很容易灼伤角膜引起雪盲，所以登山者必须要佩戴雪镜。无论是带有遮边的太阳眼镜还是通常用于滑雪的风镜，都可以当作雪镜使用，前提是镜片 100% 防紫外线，并且经过抗反射处理。如果风很大，并且风中夹杂有霰雪，最好佩戴大号风镜，这样既可以为更大面积的脸部皮肤起到保暖作用，又能提供更开阔的视野。当然，镜片一定要经过防雾处理，并且在用于登山之前要先经过实地检测，确保在寒冷环境下不会起雾。

雪铲

如果要在雪地上扎营，或是进行长距离雪地行进，你就会需要一把雪铲。不要选择塑料材质的雪铲，因为塑料铲面在硬雪和雪崩堆积物中很难发挥作用，你只需要在停车场旁边的雪堆上试验一下，就能体验到那种有力没处使的感觉。SnowClaw 是一款雪铲替代品，具有更大的接触面积，并且没有柄，所以重量更轻，双手抓住两侧的握柄即可使用。旧款的塑料 SnowClaw 同样有在硬雪中难以发挥的问题，但是新款的铝质 SnowClaw 则要好得多。在软雪中，市面上的绝大多数雪铲都很好用。对于硬雪，最好的挖掘方法是先用雪铲或冰镐把一整片雪砍碎，然后再把碎块铲走。不要试图一次挖下很大一块硬雪，那样只会把雪铲弄折。在铲面的四个角钻出小孔，这样不仅方便把雪铲固定在背包上，而且紧急时也可以穿进辅绳，把铲面当作雪锚使用。

保护器材和个人装备

我在第 11 章中已经详细介绍了冰锥、冰钩、雪锥、雪锚等冰雪保护器材。对于一般的雪坡攀登，一支队伍只需要 1 ～ 2 根雪锥就够了。对于地形复杂、裂缝密布的冰川，则最好准备更多的雪锥和冰锥。我会在第 26 章中详细讨论冰雪地形攀登所需要的装备配置和操作方法。



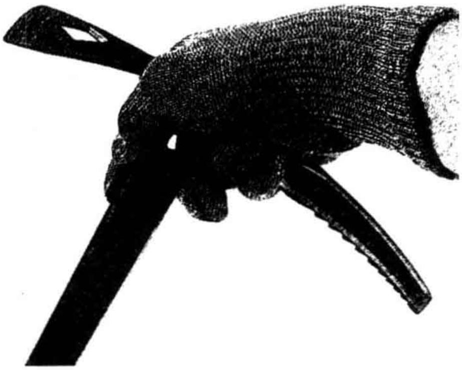
16 冰雪地形攀登

雪坡攀登

雪坡攀登的技术早在冰镐和冰爪发明出来之前就已经出现了，经历过这么多年的发展演变，衍生出很多复杂的专业名词和概念，让初学者往往不得要领。其实，雪坡攀登的基本原则非常简单：利用冰镐或登山杖保持平衡；一旦不慎滑倒，立即设法固定住自己（自我保护），避免发生滑坠；一旦发生滑坠，立即设法停下来（滑坠制动）。

雪坡攀登的步法有几种，基本目的都是相同的：让体重均匀分布在双脚上。首先考虑一下未穿冰爪时的情况。如果坡度很缓，或是雪面上有天然形成的台阶，那你只需要像正常行走一样前进就可以了。如果坡度比较陡，又没有台阶，你就只能自己用靴尖踢出台阶，深度应该至少能容纳你的前脚掌。抬起脚，先轻轻踢一下，确定雪面的硬度，然后再用力踢入形成台阶。沿别人踢出的台阶脚印攀登时，每一步都要再踢一下，增加脚印的承受力。如果雪比较硬，正面踢台阶很容易疲劳，这时可以采用之字形上升：身体侧面对着坡面，用靴子侧边踢出一条水平的横槽，踩在上面，然后再踢下一步。如果雪足够硬，并且你能维持身体平衡，只要1厘米宽的横槽就足够支撑你的体重了。如果雪的硬度不是特别大，可以一只脚正向踢台阶，另一只脚侧向踢横槽，类似穿冰爪时的混合步法。之字形上升的关键在于转换方向，因为转向时特别容易发生滑坠。如果雪面上恰巧有天然的平台，可以踩在上面转换方向；如果没有，就把台阶尽可能踢深，把冰镐或登山杖深深插进雪里，然后再转换方向。冰镐应拿在上山一侧的手里，所以转换方向时需要换手：把冰镐深深插进雪里，双手握住镐头，调整好身体的姿势和脚的位置之后，再松开下山一侧的手。如果腕带是套在手腕上的话，一定要方便单手穿脱；一只手穿脱腕带时，另一只手必须握住镐头。

或许你已经听说过，长冰镐的握法有“自我保护握法”和“滑坠制动握法”的区别。实际上，对于设计良好的长冰镐，没有任何必要采用镐尖朝前的自我保护握法。滑坠制动握法



长冰镐的滑坠制动握法

如图所示，虎口朝向铲头一方，拇指和其余四指用最舒适的方式握住镐头即可。实际攀登过程中，你大部分时间都会以这种方式持握冰镐，用镐柄尖在雪面上作为支撑。你很少会真正需要挥动镐柄，把镐尖劈入冰面或雪面——这也是我说登山杖可以逐渐取代长冰镐的原因。行进过程中，每一次将镐柄尖（有时必须用到镐尖）插入雪面，都要尽可能求稳，同时每两次插入的间隔应该大一些，这样每次可以多走几步。在冰雪地形上行进时，一定要戴手套，因为冰雪（尤其是高山上的粒雪）很容易擦伤你的手。

如果雪的质地非常软，每踩一脚都会陷进去很深，那就不要急着把重心放上去，而是略微等一下，让脚下的雪粘成团块，然后再把重心转移到方才迈出的脚上，然后再迈出下一步，免得发生“走一步滑两步”的情况。这与平时所谓的“休息步”（Rest Step）并不完全相同。所谓休息步，就是每迈出一步都休息片刻，重心放在下面的支撑脚上，这样可以让腿部肌肉得到休息，并且可以缓解喘息。在较低的海拔和容易的地形上，不要滥用休息步，否则只会拖慢行进速度。

攀爬较陡的雪坡时，究竟应该直上还是之字形上升，这也是一个由来已久的争论话题。我的观点是，上升方式取决于雪的硬度——如果雪足够软，可以正脚踢出台阶，那就直上；如果雪太硬，不适合踢台阶，那就只能之字形上升。如果穿着冰爪，那我通常都会选择直上。

将不用的冰镐拿在手里时，应该横握镐柄，镐柄尖朝前，镐尖朝下，这样比较不容易伤到旁人。不用时，最好把镐尖和铲头包在护套里。如果你把冰镐插在背包与肩胛骨之间的话，很可能会忘记这件事，结果在摘背包的时候把冰镐丢掉，除非冰镐固定带仍然连接在安全带或背包上。

自我保护

自我保护技术主要用于较软的雪坡行进，至于在陡峭的硬雪坡上，你每一步都会把镐柄甚至镐尖插进雪里作为保护，所以自我保护也就没有必要了。自我保护的要领在于，一旦意外滑倒，你要迅速把镐柄插进雪里以避免滑坠。实际上，如果雪软到能够轻松把镐柄插进去的程度，那你就不太可能发生滑坠，即使滑下去也可以用徒手制动姿势（Hands-Only Self-Arrest）停下来。如果你能在感觉到脚下一滑时，立即把镐柄插进雪里，从而避免滑坠，那很好；如果你能同时用另一只手抓住镐柄靠近雪面的位置，从而减少杠杆作用，那就更好了。不要把整个身体平贴在雪面上，那样只会减小摩擦，让你更容易滑下去。一旦冰镐脱手，或是从雪里拔了出来，不要犹豫，立刻把双手和脚尖尽可能插进雪里，同时腰部拱起，离开雪面，以增大手脚上的压强——换句话说，立即徒手制动。使用登山杖也是一样：一旦滑倒，立即抓住杖身靠近阻雪盘的位置，把杖尖插入雪中，尽量阻止身体下滑；如果仍然有下滑的趋势，那就立即徒手制动。

徒手制动

我认为，徒手制动是最有效的制动方法，因为不需要装备，所以可以迅速进入制动状

态，在滑坠刚刚发生、速度还很低时就实现制动。绝大多数攀登教科书对这种制动方法都缺乏介绍，所以我会在这里详细讲解一下。与其他制动技术一样，徒手制动要求你随时保持警惕，并且对身体协调性有一定的要求，因为你一旦发生滑坠，就必须下意识地进入制动姿态。不要犹豫，更不要花时间考虑动作，否则一旦下滑速度起来，制动的难度就会大大增加。猫在从高处坠落时，之所以总能四脚朝下着地，是因为它们从不犹豫，而是本能地作出下意识的反应。如果你想成功制动，最好向猫学习。一旦感觉脚下一滑，你要立即调整身体的姿势：面对坡面，头朝上，双手位于胸前。双手一旦接触坡面，立即往下撑，同时腰腹发力，让身体离开雪面，就像做俯卧撑一样。这样可以减小你与雪面的接触面积，起到增大阻力的作用。维持腰臀拱起的姿势，同时双臂在胸前作搂抱状，如果雪比较松的话，这样就可以抱住一大团雪，止住下滑的势头。掌心朝下压，尽量把臂肘撑起来。双脚左右分开，脚尖插进雪里，但是膝盖和腿部尽量不要接触雪面。所有动作都要短促有力，如果力道不够，就无法起到制动作用。

只要速度足够快，徒手制动在大部分情况下都是有效的，即使在硬雪坡上也是如此。无论你手里拿着登山杖还是冰镐，都不影响制动效果，当然要小心别让冰镐划伤自己。登山滑雪者在滑降过程中不慎摔倒时，采取的就是这种制动姿势——而且他们的初速度一般都很快，尽管这样，仍然可以有效制动。一旦冰镐脱手，徒手制动就是你最好的选择——如果你用腕带把冰镐拉回来，然后再进行滑坠制动，就会浪费太多的时间，甚至有可能因为速度太快而完全失控。

即使你穿着冰爪，手里握着冰镐，也可以采取徒手制动，不过姿势稍有不同。如果你能在滑倒的瞬间把镐柄插进雪面，从而避免发生滑坠，那当然最好——这其实就是所谓的“自我保护”。无论自我保护有没有成功，都要在身体开始下滑之前迅速把冰爪前齿踢进雪面，阻止滑坠的发生。一旦身体已经有了一定的滑坠速度，就不要再让冰爪前齿接触雪面，否则你整个身体都会由于惯性而翻滚起来，彻底失去控制。在亮冰等无法用冰镐制动的地形上，在滑倒的一瞬间把冰爪前齿踢进冰面，是你唯一的制动机会；一旦失败了，你就会一路滑下去，速度越来越快，直到掉进冰裂缝或是摔下悬崖为止。



徒手制动姿势

冰镐制动

登山过程中，长冰镐的第一任务是帮助你维持平衡，避免发生滑坠；假如这一任务失败了的话，第二任务就是帮助你在滑坠时及时制动。冰雪坡可分为两类：适合制动与不适合制动。在不适合制动的冰雪坡上，一旦你在无保护状态下发生滑坠，结果只能是一路滑下去，无论什么样的制动技术都没有用。而在适合制动的冰雪坡上，只要你的动作足够快，几乎所有的制动技术都可以让你停下来，不同技术之间只有效率上的区别。任何制动技术的关键，都在于动作足够快。

那么，最有效的冰镐制动姿势是什么样的？首先，你必须对镐头施加足够的压力，让镐尖尽可能深深陷入雪面。要做到这一点，你必须让镐尖朝下，一边全力将镐头向下压，一边将冰镐控制在胸前位置。如果冰镐离身体太



经典的滑坠制动姿势，分不穿冰爪和穿冰爪两种情况

远，就难以发挥制动作用。不穿冰爪时，尽量拱起腰臀部，双腿打直，减少身体与雪面的接触面积，把全部体重放在冰镐和脚尖上，尽可能增加阻力。双脚左右分开，这样可以增加稳定性。如果能做得到，最好把镐柄尖向上抬，由于杠杆作用，这样可以让镐尖更深地陷入雪面。如果制动成功，你会逐渐减速停下来，这时的姿势往往会很不自然，所以要尽快站稳。

如果你是因为意外绊倒而发生滑坠，身体处于仰面朝天甚至头下脚上的姿势，迅速朝镐头一侧旋转身体，然后立即将镐尖压进雪面。不要试图朝镐柄尖一侧翻转，否则很容易因为镐柄尖挂住雪面而导致冰镐脱手。如果在镐尖入雪时你处于头下脚上的状态，身体会自然绕镐尖划一道弧线，恢复头上脚下的姿势。之后再左右分开双脚，进入标准的制动姿势。要想在实际攀登中应用这样的技术，需要一定的练习。

如果你穿着冰爪的话，在滑倒的瞬间尝试把前齿踢进雪面，遏止滑坠的势头；如果不成功的话，不要再让前齿接触雪面，否则整个身体会因为惯性而翻滚过来。双腿弯曲，用膝盖代替脚尖接触雪面，尽管膝盖的制动能力比脚尖要差得多。在亮冰和非常陡峭的硬雪坡上，滑坠制动基本是不可能的，但你在这样的坡面上发生无保护滑坠时，仍然要全力尝试制动。即使你无法停下来，这样做也可以减缓滑坠速度，降低发生严重事故的概率。

所有登山者都必须学会在任何姿势下迅速进入滑坠制动状态。即使你自己没有发生滑坠，也有可能会在结组行进时为别人提供保护，或是在其他情况下用到滑坠制动的技术。

练习滑坠制动

下意识的滑坠制动姿势并不是天生就能掌握的，而是需要一定的练习。练习时，要选择足够陡的雪坡——至少30°，并且没有雪崩危险。选择好滑坠路线，路线上不能有树或岩石，并且下方的坡度应该逐渐减缓，这样万一制动失败也可以自然停下来。徒手、冰镐和登山杖制动技术都需要练习，最终目标是无论在什么情况下——仰面朝天，头下脚上，或是身上背着背包——都能迅速进入制动状态。为了增加练习的真实性，可以先滑落一段，等有了一定的初速度之后再尝试制动。与你的搭档一起练习，互相评估彼此的表现，因为你自己无法看清自己的动作。不要练习结组状态下的滑坠制动，因为在比较陡的硬雪坡上很容易受伤，而如果坡度不够陡或是雪不够硬，只会让你对自己的制动能力产生过度的信心。注意安全：一定要戴手套，不要穿冰爪（除非你专门练习穿冰爪制动），戴好头盔，用护套或者废

防潮垫把冰镐铲头包裹起来，携带必要的急救设备。

登山杖制动

越来越多的登山者和职业向导都选择登山杖作为攀登雪坡的主要装备，所以登山杖制动技术近来备受关注。目前的登山杖制动技术脱胎于滑雪者常用的雪杖制动技术，主要用于在坐姿（滑雪时意外摔倒的最常见姿势）下制动。到今天为止，真正适合登山运动的标准登山杖制动技术还没有被发明出来，不过富有创新精神的登山者们已经总结出了一些实用经验。

最常见的登山杖制动技术原理与冰镐的自我保护技术相同。有过滑坠经历的人都知道，一旦滑坠速度达到一定程度，就不可能再用自我保护方式达到制动的效果；这一点无论对于冰镐还是登山杖都同样成立。所以，要想有效利用登山杖制动，动作就必须非常快，在滑坠刚发生时就进入制动状态。

传统的制动姿势是双手把登山杖斜握在胸前，杖尖朝下，尽可能朝杖尖上施加压力，达到制动的目的。这种方法的问题在于，要想对杖尖施加足够的压力，攀登者就必须把一部分体重放在比杖尖更高的位置上，结果就是仰面躺在雪坡上的姿势，这样会增大身体与雪面的接触面积，减少靴跟受到的阻力。另外，无论是杖尖还是握柄，都可以压进雪中起到制动作用，实际制动时怎么快怎么来。

另一种制动姿势则是把登山杖斜夹在腋窝下，杖尖朝下，然后用另一只手把杖柄朝上抬，利用杠杆作用将杖尖插进雪面，起到制动作用，同时背部弓起，让靴跟压入雪面，产生更多的阻力。这种姿势可以达到更好的制动效果，更加容易控制，登山杖更不容易脱手，并且在杖尖受力折断时更容易恢复制动状态。在硬雪上，要把靴跟压进雪面并不容易，但是一旦成功就可以发挥相当大的作用。以上两种制动姿势都需要双手脱离登山杖的腕带，这也是登山滑雪者在滑降时经常不戴雪杖腕带的原因。

对于比较陡的硬雪坡，上述的制动姿势很难发挥作用，你最好选择那种握柄带有镐尖、可以当作冰镐用于制动的登山杖，或是像一些登山滑雪者那样用胶带把长冰镐固定在登山杖上。在紧要关头，你也可以像使用冰镐那样使用登山杖制动，尽管制动效果要差一些。有些登山者在攀登时喜欢一手拿冰镐，一手拿登山杖，但是阿尔卑斯山区的登山滑雪者则不会这样做，因为他们信赖雪杖的制动效果。所有这些制动方法都需要一定的练习，才能达到足够快的反应速度。

目前的登山杖与冰镐相比，可以说是互有优劣：一方面，使用登山杖时更不容易发生滑坠，另一方面，登山杖在滑坠制动方面的性能要差一些。在亮冰、陡峭雪坡和某些复杂地形上，无论使用什么样的装备和技术，滑坠制动都是不可能的，所以在这样的地方，你必须尽一切努力避免滑坠，或是使用绳索保护。



像使用冰镐那样使用登山杖制动



传统的登山杖制动姿势



更有效的登山杖制动姿势

不要滑坠

我已经反复说过，在亮冰和陡峭的硬雪坡上，制动几乎是不可能的。简单的冰雪保护点或许达不到很高的强度，但是需要时仍然可以利用。绝大多数滑坠都是在下坡时发生的，而下坡滑坠的冲击力通常不大，所以即使是强度不高的保护点通常也够了。在具有一定危险性的冰雪坡上，最安全的下坡方式就是采用临时保护点进行绳索下降。与你的搭档交替保护下降，总比一边看着他朝坡下滑去，一边大喊"制动！快制动！"要来得好。

裤子与滑坠

练习滑坠制动时，你会发现，光滑的尼龙材料在雪面上的摩擦阻力非常小。之所以我建议你在制动时尽量减少与雪面的接触面积，就是为了尽可能增加阻力；穿一条表面粗糙的裤子去登山，也能起到同样的作用。攀爬陡峭雪坡时，最好不要穿那种表面光滑的防水衣裤，而要选择Cordura和软壳抓绒——除非你打算主动滑降。

冰爪技术

攀登比较陡峭的硬雪坡需要冰爪。假如你一边攀登，坡度一边变陡，陡到你心里开始打鼓，那最好把冰镐插进雪里作为临时保护点，把菊绳扣在上面，然后从背包里取出冰爪穿上——假如你身上没有保护的话，就有可能在穿冰爪的过程中不小心滑坠，或是因为太过担心滑坠而失手掉落冰爪。登山者经常会面对这种左右为难的困境。在欧洲，多数登山者更习惯早起出发时就穿上冰爪，一整天都不脱下来，无论攀登路线是冰雪还是岩石。

法式技术

有前齿的冰爪发明出来之前，登山者们即使攀登按今天的标准看来不是很陡的亮冰和硬雪坡，也需要各种复杂的脚法。当时的各种脚法尽管名称繁多，但却有一个共同点：冰爪所有的齿都必须接触冰雪表面。今天，那些拗口的法语名称大多已经被人们所遗忘，但是最基本的原则依然适用：攀登坡度不陡的冰雪坡



法式技术：通过控制脚的角度和脚踝的扭曲程度，达到所有行走齿接触冰雪表面的目的



双登山杖上升，以及用冰镐采取拐杖式支撑上升的姿势

时，冰爪除前齿之外的所有齿都应该接触冰雪表面，从而达到最大的稳定性。这就是所谓的法式技术。

法式技术只适合不太陡的冰雪坡，即使对于有经验的登山者，通常也不超过35°。当坡度超过这一程度时，由于脚踝扭曲程度的关系，登山者无法再舒适地使用法式技术，只能开始使用前齿。当然，有经验的登山者会尽可能寻找机会，让一只脚处于水平甚至脚尖朝下的状态，利用法式技术缓解小腿肌肉的疲劳。

穿冰爪用法式技术进行攀登时，最危险的并不是下坡，而是横切。横切过程中，每两步都要经历一次交叉脚的过程，一旦你处于疲劳状态，或是精神不集中，冰爪就很有可能绊上另一侧的裤腿，导致摔跤。如果你不做交叉脚的动作，而是一小步一小步横向挪动，速度就会非常慢。在这种情况下，最好还是放弃法式技术，面对坡面，用前齿踢冰（雪）。

冰镐技术

不要以为登山像攀冰一样，经常需要你握住冰镐柄，把镐尖深深劈进冰面，然后再把身体向上拉。那样的攀登方式称为牵引攀



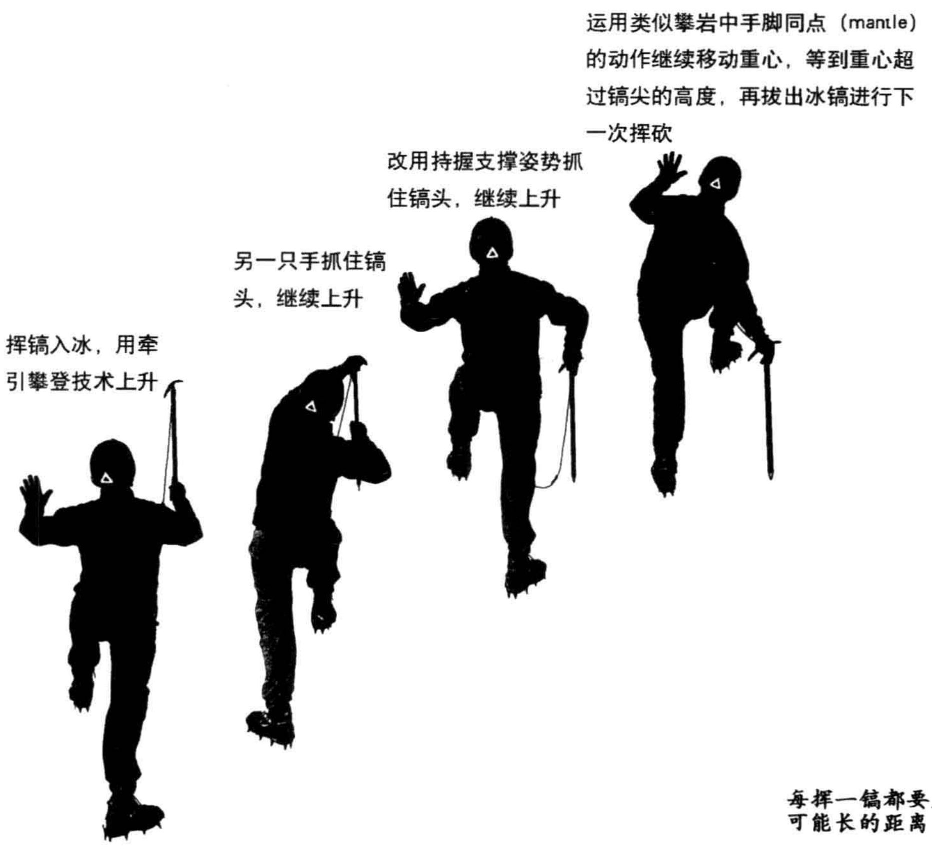
用冰镐和登山杖采取体侧支撑姿势

登（Piolet Traction），只适合坚硬而陡峭的冰壁。对于登山者来说，长冰镐的主要用途在于帮助维持平衡。当坡度不太陡的时候，登山者只需要握住镐头，让镐柄尖发挥支撑作用即可，就像手里握着一根拐杖那样，所以这种使用方式称为拐杖式支撑（Piolet Canne）。登山杖比冰镐更适合作为拐杖使用，所以在难度较低的登山活动中，登山杖正在逐渐取代长冰镐的地位。

当坡度变陡时，你可能会需要侧身面对坡面，双手斜握冰镐或登山杖起到支撑作用。这种情况下，要注意维持身体的平衡，不要太靠



沿陡峭的硬雪坡或软冰坡上升的姿势



每挥一镐都要上升尽可能长的距离

近坡面，否则脚下很容易打滑，特别是在坚硬的亮冰上。

长冰镐还可以用于在冰面上劈砍台阶，制造不穿冰爪也能踩踏的脚点。这种做法既缓慢又吃力，所以除非路线上只有非常短的冰坡，否则还是带上冰爪为宜，或者换个地方绕过去。

当坡度非常陡时，可以先握住冰镐柄把

镐尖劈进尽可能高的冰面中，然后把冰镐柄当成扶手，向上攀登几步，直到身体重心超过镐尖的高度，再拔出冰镐进行下一次劈砍。通常情况下，镐尖不应该入冰太深，但是采用这种方式攀登时，你会对冰镐造成向外的作用力，只有镐尖入冰足够深才能保证冰镐不被意外拔出来。如果镐尖入冰实在太深，可以上下摇动冰镐柄，但是尽量不要左右摇动，以免损坏镐尖。

下坡

俗话说得好，上山容易下山难。登山过程中的绝大多数滑坠都是在下坡时发生的，所以掌握下坡的技巧对登山者来说至关重要。

主动滑降

主动滑降（Glissading）或许是除了滑雪下山之外最有乐趣的下坡方式了。你只需要把背包打好，确保没有任何东西会因为晃动而掉出来，然后往雪坡上一坐，很快就到底了。如果坡度太缓或是雪太软，可以坐在防潮垫上，或是换上光滑的尼龙防水裤。要想在山上快速移动，就必须掌握主动滑降的技巧。有些时候，正常下坡要花一个小时，而主动滑降则只需要几分钟。主动滑降的前提在于，一旦你感觉速度无法控制时，必须能够及时进入制动状态。在含有水分的软雪上主动滑降，常会引发小型的雪崩，尽管坐在一大堆雪上滑降可能非常舒服，但你必须要警惕起来，尽快离开身下的雪层，因为滑坠制动技术在移动的雪层上是没有意义的。如果你对雪层下面的地况没有把握，那就不要进行主动滑降，否则万一雪很薄，下面是碎石坡或者碎冰，你就惨了。主动滑降过程中，你对方向的控制程度非常有限，所以如果偏离了路线，就要及时制动，站起来走到正确的路线上，然后再继续滑降。绝不要穿着冰爪进行主动滑降，否则很容易导致骨折甚至是更严重的后果，许多事故都是这样引起的。



坐式主动滑降，用登山杖控制速度

正步下坡

正步下坡（Plunge Step）虽然速度比主动滑降要慢一些，但是安全性更高，视野更广阔，并且不会弄湿裤子。具体做法很简单，面朝下坡方向，每一步都把重心放在脚跟上，用力踏下去，让脚跟陷进雪里就可以了。这样下坡时，冰镐甚至登山杖都很难触及下方坡面，维持平衡主要靠的是信心。登山杖由于长度较长，所以可以起到比冰镐更大的辅助作用。

如果坡度太陡，雪面太硬，或是因为其他原因不适合主动滑降或是正步下坡，那也并不一定要转过身子倒攀。你可以把冰镐尽可能向下拄，然后放低重心，用法式技术一步步下坡。如果你的步法非常娴熟的话，速度并不会太慢。如果嫌法式下坡或者倒攀速度太慢，那就建立保护点用绳索下降。挖一个足够大的雪墩，在旁边设立不受力的副保护点，等到队伍中最后一个人下降时再把副保护点拆除。如果情况紧急，丢弃一两件保护器材也没关系。

在 20 ～ 30 度的硬冰坡上下撤，是最令人紧张的情况之一：坡度不够陡，不适合倒攀；



在硬雪坡或较缓的冰坡上用法式技术下降时，双脚分开，保持好平衡，重心位于双脚之间

冰面又硬又脆，一旦发生滑坠，根本没有任何制动的可能。如果采用法式技术下坡，短距离还可以，长距离就会非常疲劳。如果你携带了一对杖尖足够锋利的登山杖，或是一支足够长的长冰镐，或许还可以用法式步慢慢走下去；如果你没有登山杖，冰镐长度又不够，那最好还是交替保护或者用绳索下降。硬冰上无法使用雪锥，保护点只能是冰锥或者冰洞。花些时间设置足够可靠的保护点，总比发生滑坠要好得多。

雪坡结组行进

“无保护攀登的人一旦滑坠，滑下去的只有他自己。结组中的人一旦有一个滑坠，整组人都会滑下去。”

这是苏格兰著名登山者兼作家汤姆·佩蒂（Tom Patey）对结组攀登方式的讽刺。在高难度的冰雪地形上是否应该结组，一直以来都是登山界争论不休的话题。在我看来，雪坡结组或许是最常被人滥用的攀登技术。简单地说，如果不设置保护点的话，结组行进除了起到心理安慰的作用之外，就只能降低整支队伍的攀登安全性。

绝大多数攀登教科书都不会这样写，所以我有必要详细解释一下。首先考虑两种极端情况。如果队伍里所有登山者的技术和攀爬能力处于同样的水准，没有新手菜鸟，没有向导与客户的关系，也没有人受伤或是忘了携带关键装备，并且队伍是在坡度不大、表面覆有积雪、雪层下藏有暗裂缝的冰川上行进，那么结组当然比不结组要好。如果队伍的行进路线上有雪崩危险，那就绝不能结组，而是每次只有一个人通过雪崩威胁地段，其他人在两边的安全位置等候，同时密切注意路线上方情况。在有可能发生雪崩的区域，不仅不能结组，而且每两人之间至少应该隔开 10 米的距离；如果连这一点都无法做到，那就放弃攀登尽快下撤。除去这两种极端情况之外，究竟是否应该结组，主要取决于路线上的地形究竟是否允许滑坠制动。

允许滑坠制动

简单地说，只有坡度不太陡，雪不太硬的雪坡才能允许滑坠制动。适合滑坠制动的雪坡，其坡度最多在 35° 左右，与碎石坡的天然休止角差不多，有经验的登山者即使不用冰爪也可以在上面移动。在这样的雪坡上，登山杖比冰镐更容易帮助你维持平衡，不穿冰爪比穿冰爪更容易制动。如果队伍里每个人都掌握了滑坠制动的技术，结组绳就是不必要的，只会造成额外的危险和麻烦。没有结组绳的羁绊，队伍就可以加快行进速度，同时可以让体能和状态最好的人走在最前面，踢出台阶开路。结组行进的效率永远都比无保护单独行进要低。如果绳子保持绷紧，你就很难把握行进的节奏。在过去，人们为了解决这个问题，想出了把一小段绳子收成一盘握在手里的办法，但是那样做是非常危险的。假如你下面的人发生滑坠，不巧又被绳子绊住了，没能成功制动，那你就没有任何办法帮助他，直到绳子绷

紧为止；而在绳子绷紧时，他已经具有一定的初速度，所以非常容易把你也拉下去。如果每个人手里都握着一段松绳，结果很可能是所有人都会发生滑坠。如果是队伍首尾的人发生滑坠，问题就会变得更加复杂。与其这样，还不如不用绳子，让那个最初滑坠的人更容易自己制动。在登山运动史上，不乏两组人分别结组攀登同一条路线，结果上面的结组发生集体滑坠，绳子缠住下面的结组，导致后者也发生滑坠的情况；最终结果通常是两组人都有死伤。如果说在比较容易的雪坡上握一段松绳是不明智的做法的话，那在有暗裂缝的冰川上这样做就无异于自杀——任何一人落入裂缝，松绳都会加大冲坠距离，由此导致的额外冲击力会把所有人都拉下去。所以说，如果决定结组行进的话，就一定要学会在绳子随时绷紧（最多能刚好接触到雪面）的情况下把握好攀登节奏，并且队伍人数不能太多。与其这样，还不如干脆不用绳子更好。

某些登山者可能会不适应在陡峭的雪坡上无保护攀登的感觉，对于这样的人，我的建议很简单：先练好滑坠制动技术再上山。如果队伍里有人没有练习过滑坠制动，下次不要再带这样的人出来。如果队伍里所有人对滑坠制动都没有自信，那么结组只会导致更大的危险。如果每个人连自己制动都没有自信的话，又怎么可能帮别人制动呢？毕竟，结组制动的难度比个人制动要大得多。一定要记住，在这样的情况下，结组绳不仅不能提高安全性，还会增加危险。那些结组绳队集体滑坠遇难的山难记录，或许可以帮助你更好地理解这一点。不客气地说，一个人死掉总比所有人一起死掉要好。当然，如果那个人能及时制动，那就更好了。

不允许滑坠制动

亮冰坡和陡峭的硬雪坡都是无法进行滑坠制动的，在这样的地形上攀登时，队伍必须使用绳索结组，并且设置中途保护点，即使这样意味着拖慢速度。假如没有中途保护点的话，任何一个人滑坠都会导致所有人一起滑坠，结组就没有任何意义。换句话说，只有在个人制动有可能实现的地形上，结组制动才有可能实现。不幸的是，太多的登山者都没有意识到这一点，以至于在麦金利峰，有一条沟槽被命名为“东方快车”（the Orient Express）——因为这里曾发生过多起结组共同滑坠事故。需要注意的是，那条沟槽的坡度并不是很陡，许多登山滑雪者都选择从那里滑降。如果冰雪坡不允许滑坠制动，而又无法设置保护点，那宁可无保护独立攀登也不要结组。只有水平较高的登山者才会选择攀爬这样的路线，因为这种攀登的本质跟无保护攀岩没有什么两样。当然，也不乏在通常无法制动的冰雪坡上侥幸成功制动的例子，我自己就经历过好几次——但是那些经历只不过是侥幸而已。如果我当时是与人结组的话，今天你肯定读不到这本书了。如果不想进行无保护攀登的话，在无法制动的冰雪坡上就一定要设置保护点，视情况采取行进间保护或是标准的多段攀登操作。一支经验丰富、技术娴熟的队伍，懂得选择最佳的行进路线，然后视路线情况采用最合适的操作方式。

有保护攀爬

在雪坡上进行有保护的多段攀爬时，保护点之间的距离通常很远，因为设置保护点通常需要很长的时间。另一方面，一旦领攀者发生滑坠，情况与在岩石上发生冲坠非常相似，因为雪坡的摩擦非常小，滑坠者很快就会达到非常高的速度，甚至会飞离坡面。在这种情况下，千万不要让冰镐或冰爪接触雪面，否则非常容易受伤。保护点的分布方式也不是像攀岩时那样，越往上间距越大，而是恰好相反，这

休止角

我在第4章中已经介绍过休止角的概念，这里再重复一遍。所谓休止角，就是堆积物在自然情况下能够保持稳定、不至于坍塌的最陡角度，对于碎石坡，休止角通常在35°左右。如果你所攀登的雪坡比35°更陡，就说明最下面肯定不是碎石坡，而是整块的岩壁或冰川地形。如果雪面下是冰层的话，积雪可能只有薄薄一层，尽管从下面看起来很好走，实际上却非常艰难。对于任何坡度超过碎石坡自然休止角的雪坡，都要仔细分析其安全性。如果有可能，最好利用附近露出雪面的岩石设置保护点，或是挖开表层浮雪打冰锥。对于超过30°的雪坡，要仔细评估发生雪崩的可能性。

是因为雪坡先锋攀登的最大危险不在于冲坠系数，而是在于滑坠距离——距离越长，滑坠者被自己的冰镐冰爪划伤，或是因为冰镐冰爪碰到雪面而导致骨折的概率就越大。

在陡峭的硬雪坡上领攀时，你或许会携带两支冰镐——一支长冰镐和一支直柄锤头辅镐，后者适用于敲击雪锥。如果你打算采用牵引攀登技术，而长冰镐的固定带太长，可以把固定带在镐头和手腕上绕几圈，或是在中间打一个蝴蝶结，将其收短到正常的腕带长度。设置保护点之前，首先把长冰镐的镐柄深深插进雪面作为临时保护，如果雪太硬，就把镐尖打入雪面，在镐柄尖的孔里扣锁连接安全带——这样的临时保护强度不会比滑坠制动姿势来得差。

先锋保护

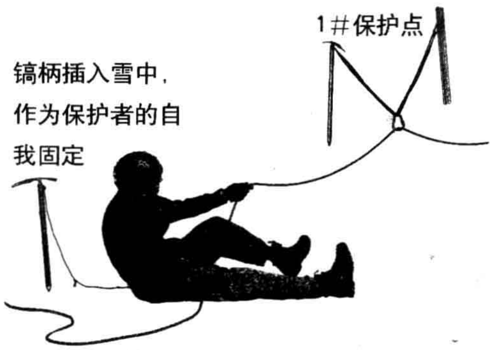
当雪坡非常陡，登山者负重非常大、非常疲劳时，保护可能只意味着“长距离滑坠”与“超长距离滑坠”之间的区别；当然，这样的情况十分罕见，所以我们在这里无需考虑。通常情况下，保护的目的是确保安全，不是为领



用长冰镐进行临时自我保护

攀者提供心理安慰。如果领攀者在设好1# 保护点之前发生滑坠，最终会对保护者产生向下的冲击力，而如果领攀者在设好1# 保护点、扣好锁之后发生滑坠，则会对保护者产生向上的冲击力。靴镐保护、踩踏保护等简易保护方式，在受力方向发生180°的转变之后都会失效，所以如果保护者应用这些方式进行先锋保护的话，就应该在领攀者设好1# 保护点后及时调整姿势，以适应新的受力方向。

在雪坡上进行先锋保护时，基本原则与岩石保护大体相同，但是系统中的冲击力、制动力和保护点的强度都比较低。第14章中关于底端保护站与1# 保护点的内容，在这里仍然适用：底端保护站不需要具有太大的强度，只要能承受保护者的体重就够了，而1# 保护点



进行雪坡先锋保护时，保护者的自我固定与1#保护点设置

则有可能承受整个系统中最大的冲击力，所以必须具有足够的强度和可靠性。需要注意的是，插入雪面的雪锥、冰镐等保护点，一旦受力方向与插入方向相反，就非常容易拔出来，所以必须杜绝这种情况。

1# 保护点是整个安全系统中最关键的一环。最好能利用冒出雪面的岩石设置保护点，但如果没有条件的话，也可以一开始就设置由两个保护点构成的保护站，作为1# 保护点，领攀者在出发之前就把绳子扣进主保护点的铁锁。如果领攀者冲坠时有可能把保护者吊起来，导致1# 保护点受到向上的力而失效，保护者就要与1# 保护点保持一定距离，并且在一旁另打一个保护点用来固定自己。1# 保护点必须具有足够的强度，即使领攀者与保护者同时发生滑坠，也能承受住全部冲击力。对于保护者来说，由于从一开始就设好了1# 保护点，所以受力方向不会发生变化，也就没有必要变换保护姿势。

雪坡领攀的速度比攀岩更快，所以保护者必须做好快速给绳的准备。绳子有可能会结冰，难以从保护器中通过，而半扣结则有制动力过大的问题，可能会导致顶端保护点失效。在这种情况下，腰式保护是最好的选择，保护者最好在安全带上扣一把铁锁，让两股绳子都从中通过，这样不仅能增大摩擦，还可以避免保护者的身体被绳子拉翻过来。如果需要更可靠的保护方式，或是领攀者有可能在绳子上悬吊一段时间，保护者可以考虑在绳子上加一个克氏抓结，此时需要仔细调整抓结的长度，使得给绳时可以用一只手控制抓结，避免其意外收紧。有些保护者会选择只用一个抓结或上升器进行保护，给绳时控制抓结或上升器处于松弛状态，紧急情况下只要松手即可，这样可以解放出双手做出滑坠制动等操作。这种做法看似不靠谱，但只要1# 保护点的强度足够就是安全的。

跟攀保护

在陡峭的雪坡上保护跟攀者上来时，最好设置足够稳固的顶端保护站，用半扣结或自锁保护器保护。不要用简易方式进行身体保护，也不要把保护器扣在安全带上，通过导向铁锁进行保护。一旦跟攀者发生滑坠，使用导向铁锁会导致顶端保护站承受的冲击力加倍，而雪地保护点的强度本来就不是很高，所以这样做是很危险的。在雪坡上，跟攀者被绳子拉住之后通常可以自己站起来，不会悬空挂在绳子上，所以也没有必要考虑自锁保护器锁紧后的释放问题。那种在雪地里挖一个 U 形槽、坐在里面为跟攀者保护的方式，只适合在比较缓的雪坡上进行保护——而在缓坡上，保护通常根本没有必要。

登山杖还是冰镐

在不需要用冰镐进行牵引攀登，同时又不允许滑坠制动的地形上，究竟应该使用登山杖还是冰镐？这个问题目前并没有定论。我自己两种方式都用过。登山杖对平衡起到的帮助比冰镐要大，特别是在下坡时；另一方面，冰镐的制动性能比登山杖要好，更有可能在滑倒的一瞬间就制动住，从而避免发生滑坠。综合考虑，握柄带有镐尖、可以像冰镐一样用于滑坠制动的新型登山杖，或许是最好的选择。我自己在登山滑雪时通常会使用雪杖或登山杖，纯

粹攀登时则通常会使用冰镐。登山杖的发展演变是现代登山界最前沿的话题之一，或许很快就会出现能够完全取代冰镐的登山杖款式。

结组与保护点

有时你会听到这样的说法：如果路线情况不确定，那最好采用结组行进，这样万一需要绳索保护的时候就可以直接设置保护点，不必再花时间整理绳子。我很怀疑这种说法的人究竟是否能够理解，在没有保护点的情况下，绳子只会导致安全性的降低。无保护的结组攀登只有在一种情况下才有可能是合理的：沿带有雪檐的山脊行进，并且雪檐有坍塌的风险。1957年，在喀喇昆仑山脉海拔7654米的乔戈里萨峰（Chogolisa），奥地利著名登山者赫尔曼·布尔（Herman Buhl）就是在无保护攀登时，因为脚下的雪檐坍塌而遇难的。假如他当时跟搭档科特·戴姆伯格（Kurt Diemberger）结组行进的话，有可能就会幸免于难的，但也有可能两个人一起坠落下去——无论如何，这毕竟只是假设。通常情况下，判断的原则非常简单：只要用绳子结组，就要沿途设置保护点；如果不能或不愿意设置保护点，那就不要结组。冰雪地形只分为两类：允许制动的地形和不允许制动的地形。无论在哪一种地形上攀登，如果不设置保护点的话，绳子只会导致安全性降低，不可能起到任何保护作用。

沿不允许制动的地形下撤

下撤比攀登更危险。仅仅在美国，每隔几个月都会发生结组登山者集体滑坠的事故，有的队伍掉进了冰裂缝，有的被自己的冰爪冰镐戳伤，只有极少数幸运者因为绳子挂住露出雪面的岩石而幸存下来。即使在难度不大的路线上，这样的事故也时有发生。在下撤时采用无保护结组的方式，比攀登时无保护结组更愚蠢也更危险。不要让绳子带来的心理安全感蒙蔽了你的判断力。如果没有条件设置保护点，那就千万不要结组，因为结组绳很容易在下撤过程中把你绊倒，并且结组制动的难度比个人制动要大得多。最危险的情况莫过于走在最后面的登山者发生滑坠，因为等到绳子绷紧时，他必然已经达到了极高的速度，下面的人不可能拉住他。所以，如果在下撤时选择结组，一定要设置好保护点。幸运的是，滑坠造成的冲击力不会很大，所以只要一根雪锥或是一支完全插进雪里的冰镐通常就够了。前面的人到达绳子末端之后，要尽快设好新的保护点，而实力最强的人必须留在最后面，因为最后一个人一旦在拆除顶端保护点之后发生滑坠，就要滑坠相当长的一段距离才能被绳子拉住。其他人沿绳下降可以用抓结，也可以用半扣结或下降器。无论采用什么样的下撤方式，无保护结组都是绝对错误的。

快速行进

我在第3章和第14章中已经详细讲述了在进山路段和岩石地形上快速行进的原则，这些原则大部分都适用于雪坡行进。在第24章中，我们还会进一步探讨较大规模登山队伍提高行进速度的方法。最重要的永远是养成快速行进的意识和习惯，除此之外，还必须熟练掌握各种攀登技术，包括在陡峭硬雪坡和冰坡上倒攀的技术，以及滑坠制动的技巧。无论在软雪还是硬雪坡上，无论是空身还是负重，无论用冰镐还是登山杖，无论摔倒时处于什么样的姿势，都要能够迅速进入制动状态。如果你打算用雪橇拖拽装备，那还应该练习在拖拽雪橇时进行滑坠制动。

三人结组行进时，通常最弱一人处于中间，通过蝴蝶结与结组绳连接。最前面的人提供保护，中间的人正常攀登，最后一人则与中间的人保持固定的距离。这种情况下，一旦最后一人坠落，中间的人也会被拉下去。更好

的办法是中间的人通过上升器或抓结与绳子连接，这样最前面的人只需保护最后一人即可，中间的人即使坠落，也不会影响到最后一人。注意，当绳子沾雪或结冰时，抓结很有可能失效，所以绝不要在可能发生较大系数冲坠的情况下使用抓结。用 4 毫米辅绳制作的抓结绳套，在强度和摩擦力两方面都能够满足通常的要求。

两人配合进行多段攀登时，跟攀者滑坠的危险比领攀者要小得多，即使滑坠也滑不了多远，所以他应该尽量提高攀登速度，而不是一味求稳。领攀者做保护时要随时收紧绳子，特别是在跟攀者拆除保护点的时候。两人最好不要平均负重，而是由跟攀者背负大部分的重量，这样效率最高。跟攀速度是决定多段攀登整体效率的最重要因素之一。

学会快速设置稳固的保护点。在冰雪地形上设置保护点，通常比在岩石上要花更长的时间，所以设置保护点的效率也更为重要。设好雪地保护点之后，通常需要把周围的雪踩实，你可以一边踩雪，一边整理装备或是做其他事情。如果你需要经常打雪锥，最好携带一把锤头辅镐。

学会快速下坡，包括主动滑降和滑雪下山的技术。如果你会滑雪，最好选择超短滑雪板而不是踏雪板，因为前者上山快，下山更快。滑雪下山是登山运动中最有乐趣的环节之一，所以你最好能掌握这种技巧。

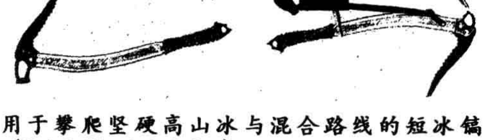
攀冰

冰究竟是什么？这个问题并不容易回答。单从字面意思来看，冰就是凝结成固态的水，但是对于登山者来说，这样的定义远远不够详尽。崔纳德把冰分成两类：第一类是软冰，也就是冰镐和冰爪很容易插入的冰；第二类是硬冰，也就是冰爪和冰爪不容易插入的冰。对于登山者来说，软冰或许可以打雪锥进去，硬冰则非得拧冰锥不可。在第 5 章中，我们已经接触过变质作用（Metamorphism）的概念：积雪经过变质作用，逐渐演化成粒度较大的冰晶；冰晶部分融化后再冻结在一起，就形成了颗粒更粗的粒雪（Névé），也就是通常意义上的“软冰”；粒雪经过冰川漫长的挤压作用，或是完全融化之后再重新冻结，都会形成真正的“硬冰”。粒雪线以上的高山冰既有可能是软冰也有可能是硬冰，所以登山者必须掌握攀爬这两种不同冰面的方法。

攀爬软冰坡的方法与攀登硬雪坡非常相似，而攀爬硬冰则需要专门的攀冰技术。这本书并不是专门的攀冰技术书籍，所以不会详细讲解攀冰需要的装备、攀爬动作和操作技术，我在这里只是简单介绍一些最基本的原则。

尽可能避免先锋冲坠，这是攀冰的第一原则。一旦发生先锋冲坠，冰镐和冰爪很容易挂住冰面，导致骨折等严重伤害；就算登山者没有因此而受伤，冰上保护点也不一定很稳固，先锋冲坠很容易导致顶端保护点失效。有经验的保护者懂得从一开始就与领攀者保持足够的距离，这样当领攀者设好 1# 保护点之后，即使发生先锋冲坠，冲坠系数也不会太大。

攀冰的基本动作主要是冰镐牵引攀登和冰爪前齿技术，以及镐尖钩挂、脚跟钩挂、手脚交叉（Figure 4/Figure 9）等专用于高难度地形的动作。冰爪的选择方面，半硬式或全硬式的单立齿冰爪非常流行。单立齿的设计最适合攀爬高难度的冰壁与混合路线，在雪坡上则承受力较低，很容易划破雪面。攀冰用的冰镐通称为短冰镐（Ice Tools），镐柄通常较短（50 厘米以内），弯曲弧度较大，镐尖呈反曲



用于攀爬坚硬高山冰与混合路线的短冰镐（Petzl Charlet Aztar）

状，这样更有利于出冰和钩挂岩石。许多短冰镐握柄末端都有指托，便于进行无腕带攀爬。专用于无腕带攀爬的短冰镐，握柄往往设计成把手状，虽然无法用于雪坡保护，却更加有利于抓握、换手和悬挂。传统的铲头和锤头正在逐渐被岩塞形状的新型锤头所取代，许多攀冰者都不再携带铲头冰镐，以免误伤自己。

尽管大部分专用的攀冰装备都不适合登山运动，但是攀冰和混合攀登中的许多技巧都值得登山者借鉴，包括一些基本要领：踢冰时脚跟要低，前齿入冰之后脚跟不要再上下移动，以免导致冰面破裂。双脚左右分开，尽可能把体重放在脚上，除非是在垂直乃至成仰角的陡峭冰壁上。领攀者需要具备倒攀的能力，万一遭遇困境时可以退回来。倒攀基本上是正常攀登的逆过程，只不过每步移动的距离更短一些。

两次挥镐的入冰点不要太近，以免导致冰面破碎，两镐同时失效。攀爬水冰时，不要像攀岩时换手那样在同一个入冰点上“换镐”，但是进行混合攀登时，在岩石上则可以这样做。每一步的间距不要太远，特别是冰镐不要挥得太高，以免整个身体平贴在冰壁上，导致下一步难以有效踢冰。不要把冰镐打得太深，



踢冰时脚跟要低

许多时候，镐尖只要入冰一点点就够了。冰爪也是如此，前齿只要入冰一点点，就足以承受你的体重，前提是你能够维持身体的平衡。攀爬表面覆有一层薄冰的岩石时，必须要有特别好的手感，因为这种地方通常无法挥镐，只能钩挂。当然，如果你需要在岩缝里放置保护器材，那就不用犹豫，直接用冰镐把表面的薄冰清理干净。攀冰是一种非常好的训练方式，因为你在攀爬技术和心理素质两方面都能有所收获。另一方面，攀冰也很容易损毁装备，所以你最好打出足够的装备购买预算。

建立大本营、准备开始攀登，绝不只是把沉重的背包背到营地、扔在地上那么简单。要想舒舒服服到达营地，就必须减轻所有不必要的负重，而要想舒舒服服攀登，则更需要选择最适合路线情况与攀登方式的装备。在此之前的准备过程中，你需要进行有针对性的训练，并且合理安排训练和攀登过程中的饮食结构。攀登结束出山时，不要留下不可降解的垃圾和其他痕迹。



第五部分 其他基础内容



17 轻量化登山

“我在对过去一些探险活动的研究中发现，那些为了对付各种可能出现的情况而携带大量装备物资的队伍，往往会遭遇困境，而那些注意控制物资总量、追求高速度的队伍，则经常能取得成功。”

英国探险家欧内斯特·谢克尔顿（Ernest Shackleton）在近一百年前写下这段话时，所考虑的并不是登山运动，而是南极探险的情况。然而，他得出的结论对今天的登山者同样适用：要想快速行进，就必须减少不必要的重量。如果为大量的装备物资所拖累，就很难取得成功。谢克尔顿之所以能在多次南极探险中取得成功，轻简装备、快速移动的策略功不可没。

对于登山者来说，轻量化是一门复杂的学问，因为轻量化登山需要把握好装备、技巧、行进速度和安全性之间的平衡。装备轻量化在户外徒步爱好者中间早已成为一股潮流，但是那些只在节假日出去登山的“休闲登山者”们，则往往更喜欢那些质料过于厚重、功能过于复杂的装备。或许这也是装备厂商的营销策略使然：装备越是厚重结实，就越不容易在使用中损坏，返修率和退货率也就越低。结果是，市场上的装备品种款式虽然五花八门，但是真正适合登山的轻量化装备却并不多，登山者非得仔细寻觅一番不可。那些追求极限轻量化的登山者，甚至需要自己动手设计和改造装备。

轻量化所涉及的不仅仅是装备选择，还有你的攀登目标和攀登风格。如果你使用轻量化的帐篷和睡袋，就可以选择更小的背包，以及更轻便的靴子，这样你的攀登速度就会更快；攀登速度更快，意味着你在山上待的时间更短，所需要的食品和燃料更少，所以负重可以更轻一些。这也意味着你暴露在危险中的时间更短，发生事故的可能性更低。这些都是轻量化的好处，但是反过来想想，假如下雨或者下雪怎么办？假如你不慎扭伤了脚踝怎么办？假如迷路了怎么办？你所携带的装备物资越少，这些“假如”可能导致的后果就越严重，这就是轻量化登山的局限性。要想在轻量化的同时保证安全，你必须具备足够的攀登能力，应对

突发情况的能力，对整个攀登过程的深入理解，以及正确的心态。

减轻重量

说了这么多，那么，究竟怎样才能做到轻量化呢？

分析你自己的装备清单

打开电脑，建立一份表格文档，把你所有可能会带上山的装备都列出来，包括装在背包里的装备，以及穿在身上的衣物、靴子等。标明每一件装备的重量，计算在不同情况下的背包总重量，最好把食品、燃料等消耗品也计算进去。对于那些你不清楚重量的装备，可以用弹簧秤实际称量一下。量程在10公斤左右的弹簧秤，可以说是轻量化登山者的居家必备品。

减少装备件数

不要把什么都一股脑塞进背包里。《小王子》的作者圣·德克旭贝里曾有这样的名言："完美不在于无可增添，而在于无可删减。"只留下绝对必要的装备物品，把其余一切都删掉，最多只留下一个急救包和几件修理工具，但是也要注意其重量。要判断哪些装备必须留下，哪些装备可以删掉，你必须对装备的功能和作用，目标地区的天气和环境情况，你自己的攀登方式，以及你搭档的行事原则都有足够的了解。减轻重量的办法之一，就是跟你的搭档合理分配负重——两个人有必要都带上手机吗？著名攀登者、机械塞的发明者雷·贾丁(Ray Jardine)曾说："所有的家用物品都应该丢在家里。"当然，也不要过度追求轻量化，删掉那些绝对必要的装备。

减轻每一件装备的重量

这就意味着用更轻便的型号取代你现有的装备，或是对装备进行改造：有些追求极端轻量化的人，连背包、帐篷和服装的标签都要剪掉。每次购买装备时，都应该把重量作为第一考虑，特别是那些自重较大的物品——睡袋、帐篷、背包和靴子。这些物品往往具有最大的重量节约空间。或许你会问："究竟多轻才算轻呢？"关于这个问题，不同的人会给出不同的答案；在我看来，上述几种物品的重量都应该在1.4公斤以内，能控制在0.9公斤左右就更好了。至于防潮垫、炉头、套锅和其他装备，则应该只有一半或更少的重量。反复琢磨精简之后的装备列表，尽量找出能够减轻重量的条目，减少一克是一克。实际攀登过程中，饮水往往要占据比较大的重量，如果能够频繁补充饮水，就可以减少负重。在冬季需要化雪烧水时，则需要把饮水换算成燃料的重量。

做好掏腰包的准备

同样功能的装备，重量越轻，价格通常就越高。高蓬松度的羽绒填料和钛合金板材都不便宜。可以这样计算：每减少1克的重量都要花掉你3–5块钱。购买装备时，一定要充分认识到这一点，不要买回一大堆价格便宜却毫无用处的装备，只能堆在柜子里慢慢发霉。

改变攀登方式

我已经说过，轻量化登山涉及的并不仅仅是装备，还包括你的攀登理念和攀登方式。就拿宿营来说吧。轻量化的双层四季帐是不存在的。比较轻的单人单层帐通常在1.4公斤以下，而真正轻量化的露营袋则只有两三百克，但是舒适程度肯定不如双层四季帐。假如你用露营袋露宿，刮风下雨就会成为严重的问题，这时可以加上一顶简易无底帐（Tarp Tent），重量通常在0.5公斤以内，并且可以用登山杖支撑。当然，如果路线上不会下雨，那你连无底帐的重量都可以省掉。需要注意的是，无底帐的抗风性比普通帐篷要差，所以对帐篷的位置和防风绳的拉法都有更高的要求。

轻量化示例

要想在方方面面都做到轻量化，绝不是一件容易的事，因为你需要比较不同装备的重量和性能，做出最适当的选择。例如，不同存水容器的对比如下：

容器	容积（毫升）	自重（克）	效率（毫升/克）	备注
Nalgene经典1.05升太空杯	1050	170	6	
700毫升自行车水壶	700	88	8	1
3升水袋（无水袋套）	3000	200	15	1
1.45升宽口果汁瓶	1450	80	18	2
1升宽口塑料饮料瓶	1000	50	20	
650毫升宽口塑料饮料瓶	650	22	29	
1.8升Nalgene可折叠水壶	1825	63	29	1

备注：1. 受压时有可能漏水

2. 体积太大，不适合装包

很明显，Nalgene 经典 1.05 升太空杯的盛装效率最低，而效率最高的则是最普通的 650 毫升宽口塑料饮料瓶，也就是你在大街上随处可以买到的那种饮料瓶子。如果你总共携带 3 升水的话，一次性饮料瓶相比传统的水壶或水袋就可以节省一两百克的重量，你要在睡袋上省出同样的重量可能得花四位数的钱。一次性饮料瓶还有如下好处：成本低廉，到处都可以买到，并且还附送一整瓶饮料；容积正好适合盛装 1 小时所需的饮水，方便控制水量；每一瓶的体积都比较小，容易打包；材质通常为聚酯材料（PET），不留异味，容易清洗，并且利于环保回收。如果你使用饮料瓶装水的话，最好隔一段时间就把瓶子扔掉，换用新瓶子，因为时间长了瓶子内壁可能会滋生细菌——塑料水壶和水袋也有同样的问题，但却不像饮料瓶那样可以随时更换。总之，PET 饮料瓶实在是登山用盛水容器的最佳选择，唯一要注意的就是不要把开水直接倒进去。

不要过度轻量化

轻量化一方面能提高你的行进速度，另一方面也会降低同等条件下的安全性。这其实正是修路围攻式的攀登与阿尔卑斯方式之间的分歧所在：前者更适合缺乏攀登能力和经验的商业客户，而后者则更适合能力较强的登山者。对于所谓的“超级轻量化”（Ultralight）要特别小心，因为装备上的超级轻量化，往往意味着需要采取某些极端的技术和策略，并且一旦发生突发情况，就有可能导致严重的后果。某些攀登装备和保护器材也有过度轻量化的倾向，例如全铝合金材质的冰镐和冰爪，尽管重量要轻一些，但是在岩石上非常容易磨损，在冰上的表现也很差。或许一双铝冰爪可以为你节省 250 克的负重，但是一旦需要进行攀冰或者混合攀登的时候，你就会后悔你的选择。总之，在追求轻量化的同时，也要认识到过度轻量化的危险性。

重新安排食谱

在美国，大多数登山者在山上的食谱都以脱水食品为主，尽管这样已经很轻了，却仍然有进一步减轻重量的空间。对于采用小包装的冻干食品，可以去除原包装，重新用密闭自封袋统一包装，这样可以减少一些重量。如果你有条件自制脱水食品，或是你要去的地方有熊出没，能够隔离气味的自封袋是个不错的主意。如果攀登时间非常短，你可以考虑携带开

包即食的普通速食食品，这样虽然食品本身要重一些，但你可以把炉头和套锅留在家里。如果你只需要煮几锅水的话，也可以考虑采用固体燃料的 Esbit 折叠炉头，重量只有十几克。我自己登山时，全部炊具就是一个钛合金敞口饭盒和一个塑料杯子。在绝大多数情况下，你并不需要通常意义上的套锅和平底锅；如果一定要准备套锅的话，记得让你的搭档分担一部分重量。尽量少带多余的食品，最理想的情况是攀登结束时所有食品刚好吃完。读完第 19 章你就会明白，人体每天最多只能消化吸收 1 公斤左右的食物，正常的需求则只有几百克，所以没有必要多带。

在有熊出没的地带，如果用传统的“防熊桶”（Bear Canisters）存放食品，就会大大增加总体重量，所以最好的选择是使用能隔离气味的自封袋，把袋子凌空悬挂起来，具体的悬挂方法如图所示。注意，有些自封袋是不防水的，一旦下雨里面的食品就会湿。



悬挂食物或其他物品的标准方法

改变着装方式

攀登过程中，用不着沉重的防水透气冲锋衣，只要里面一层羊毛保暖内衣、外面一件风衣就够了。寒冷环境下，一旦停下来就要立即套上保暖外套，不要等到感觉冷了才想起加衣服。用羽绒服或者合成保暖材料代替沉重的抓绒。用尼龙风裤代替棉质裤子。带一顶简易无底帐篷，在暴风雪中可以起到比长身大衣更好的保暖作用，并且重量也更轻。在具有一定难度的路线上，你要么在攀登，要么在保护，要么钻在睡袋里；不要携带用于这三种情况之外的衣服。下一章会详细解释轻量化着装的概念和方法。

不要携带无用的物件

有些人即使在冬天也会携带滤水器，尽管饮用水的唯一来源是化雪烧水。有些人即使在

悬挂食物的方法

在有熊或啮齿动物活动的地区，宿营时最好把食物和其他有特殊气味的物品悬挂起来。不要简单地把东西挂在树杈上，否则熊和啮齿动物很容易接触到。最好采用图中所示的方法：准备 10 米左右的细辅绳，一端拴在一把小铁锁上。找一根离地 4 米以上的树杈，把铁锁抛过去，让辅绳搭在树杈上。如果铁锁非常轻，可以在上面扣一个防水袋或是另一把铁锁作为配重，抛完绳之后再取下来。把要悬挂的物品挂在铁锁上，把原本拿在手里的那股辅绳扣进铁锁，然后拉绳，把铁锁和物品袋拉上去。在尽可能高的地方用双套结在辅绳上系一根小树枝或者帐篷地钉，起到止绳作用，然后松开手，物品袋就会卡在树枝或地钉的高度。要取回物品袋，只需要再把辅绳拉下来，解开双套结就可以了。如果担心辅绳自由端会被风吹起挂在树上，可以在上面拴一块小石头。海拔超出树木生长线的地方通常没有熊，但是可能有啮齿动物。把辅绳两端固定，中间稍微留松一些，然后把物品挂在中间，通常可以免受啮齿动物叨扰。

并不寒冷的地方，也会携带很厚的睡袋。有些人会在一日攀登活动中带上大量的燃料，或是准备超大瓶的防晒霜和驱虫剂。我甚至见过有人出发去根本不长树的地方登山滑雪，背包里却装着一副吊床！绝不要像这些人一样。

一物多用

让每一件物品发挥尽可能多的作用。例如，我自己用薄抓绒缝了一个袋子，它可以用来装备用衣物，可以充当枕头，还可以当套头帽戴。

上网搜索

网上可以找到各种各样的装备信息，甚至专门帮你分析装备重量的免费软件。需要注意的是，绝大多数装备信息都是针对户外徒步者而不是登山者的，所以你必须先弄清楚自己的需求。此外，网上的信息也有可能不准确。

减肥

尽管这对许多人来说可能很痛苦，但我还是要说，对于很多人而言，与其绞尽脑汁从背包里挤出几公斤的重量，还不如把自己的啤酒肚减掉几公斤。这是唯一一种与攀登经验完全无关的轻量化手段。

一步一步来

带着轻量化装备上山之前，如果有条件，最好先在没那么极限的地方做一些测试，熟悉装备的使用方法和感觉。例如，在暴风雨的天气里在自己家的后院露营，可以让你收获许多关于简易帐篷的宝贵经验。只有在追求轻量化的同时积累经验和技术，才能提高攀登的安全性。只要方法得当，轻量化登山不仅比传统的攀登方式更快捷，而且也更安全——本章开头所援引的谢克尔顿的话，所表达的正是这样的意思。



18 大本营装备

鞋具

登山运动对鞋具的要求比普通的户外徒步要复杂得多：登山者需要在进山路上快速徒步，沿碎石坡上升，攀爬冰雪坡、岩壁和冰岩混合地形。最理想的情况是进山时穿舒适的徒步鞋，攀爬冰雪坡时换成适合与冰爪配合使用的高山靴，攀岩时再换成攀岩鞋。实际情况下，由于重量限制等原因，登山者不可能经常换鞋，所以只能在某些方面做出妥协。

买鞋时务必记住，性能可以妥协，但是鞋的合脚程度绝对不能妥协。我曾穿着轻量化的徒步鞋攀登陡峭的雪槽，甚至在 5 级地形上攀岩；我之所以会这样做，是因为路线以低难度的徒步地形为主，并且那双徒步鞋的确非常合脚，能允许我把它的性能发挥到极限。

选择合脚的鞋

既然登山鞋最重要的是合脚，我们就先来探讨一下，如何选择一双合脚的鞋。过去，所有的登山鞋都是用皮革制成的，即使新鞋不太合脚，也可以经过长时间的磨合加以弥补。今天，大部分登山鞋都采用一定比例的合成材料，所以一双不合脚的鞋很可能无论磨合多久都依然不合脚。因此，选购登山鞋的时候，一定要尽可能选择品牌和款式繁多、鞋码齐全的装备店，反复试过之后再决定购买哪一款。

买鞋时一定不能着急，尽量多试穿一段时间，确定你所选择的款式和尺码的确非常合脚，然后再去收银台结账。试鞋时间最好选择在下午，因为人的脚在一天不同时间的大小不同，通常在下午时是最大的。不要因为追求某些材料、性能或是款式就贸然买下一双不合脚的鞋，否则你每次穿这双鞋上山都会后悔。

首先用量脚器（Brannock Device）测量双脚的尺码，最好自己学会操作，因为店员可能会操作失误，得出错误的结果。脚跟抵在量脚器一头的脚托里，脚趾紧贴量脚器的底面，此时伸得最长的脚趾所到达的刻度就是你这只脚的尺码。接下来要测量足弓的尺码：滑动量

脚器侧面的滑块，让滑块抵住前脚掌关节（位于大脚趾根部附近），此时的读数就是你的足弓尺码，注意读数单位要与方才测量的脚码一致。对于鞋底可弯曲的徒步鞋，足弓尺码尤为重要，因为鞋子的最佳弯曲点必须与你的前脚掌关节相吻合。穿着你登山时会穿的袜子进行测量，每只脚不承重的状态下测一次，承受全部体重的状态下再测一次。两次的测量结果通常会差至少一号，这并不是平足的表现，而是正常现象。下一步，滑动量脚器另一侧的滑块，测出脚掌的宽度，由此确定鞋码。如果你的脚掌宽度处于两个相邻尺码之间，并且足弓较高，就选择较大的那个尺码；如果足弓较低，就选择较小的那个尺码。如果店员足够专业的话，这时应该已经可以帮你选择最合适的鞋码了。注意，测量结果只能作为选择鞋码的参考，最终的选择取决于试穿感觉。

确定了鞋码之后，下一步就是试穿不同款式的鞋子，体会鞋型的差别。一些厂商对于同一尺码的鞋子提供几种不同的宽度，这样你就有更多的选择。试穿徒步鞋和单层靴时，应该穿着你登山时会穿的袜子，使用登山时会用的鞋垫，总之要尽可能模拟攀登时的真实情况。试穿双层靴时，则应该穿薄袜子，因为内靴在实际使用过程中会有一定的压缩。从脚尖处开始穿上鞋带，拉紧鞋舌，然后把鞋带收紧系好。之所以要收紧鞋带，是为了让鞋子紧贴脚面，方便你体会鞋子不同部位的松紧感觉。做一些比较大的动作，看鞋子是否会对脚产生压迫感。闭上眼睛站一段时间，体会鞋子静态承重的感觉，特别是足弓内侧是否有压迫感，这关系到鞋子在实际行进中是否会磨脚。双膝弯曲，采取半蹲姿势，脚跟提起，看脚跟与鞋子之间是否会发生滑动。如果鞋子挤脚或磨脚，或是脚跟发生滑动，那就改试另外一款。如果一切顺利的话，穿着鞋子在20°左右的斜坡上走几步，装备店一般都会专门准备这样的斜坡。面朝坡上走几步，反复踮起脚尖再放下，体会鞋底变形的感觉，以及鞋跟的跟脚程度。面朝坡下，重复刚才的过程。如果脚的任何部位与鞋发生比较大的相对滑动，特别是脚面与小腿之间的脚背部位，就说明鞋子不合适。当你从上坡姿势转到下坡姿势时，由于袜子弹性的原因，脚会朝鞋尖滑动一段距离，如果这段距离太长（超过6毫米），就说明鞋子不合适。试高山靴或重型徒步鞋时，最好找一片比较狭窄的边缘，试试靴底是否足够硬，需要多宽的接触面才能承受体重（即使是徒步鞋，需要的接触面宽度也不应超过2.5厘米）。有些装备店会专门准备用于这种测试的人工岩壁。

鞋子要跟脚，同时又不能太紧，脚趾应该有一定的活动空间，并且没有压迫感。假如试鞋时发现脚趾有压迫感，就说明鞋子必然不合脚，在你下山或穿冰爪踢冰时很容易磨破脚趾。进行下坡测试时，脚趾最多只能轻轻接触鞋尖，如果脚趾抵在鞋尖上的压力较大，就说明鞋子不合脚，或是鞋带系得太松。特别要注意脚背部位的合脚程度，因为这里是鞋子与脚互相定位的关键，如果脚背发生滑动，上山时就会磨脚跟，下山则会挤压脚趾。许多靴子在脚背部位都有特殊的鞋带固定方式，就是为了防止脚背滑动。

如果你的脚跟比较窄，就不要选择跟部太宽的鞋子，否则跟腱部位会非常容易磨破。在装备店里试穿鞋子时，很容易忽略这一点。如果你平时脚跟容易磨破，试鞋时就要特别注意鞋跟的松紧。鞋底越硬，鞋跟的合适程度就越关键。一些款式的硬底高山靴在跟腱部位增加了鞋带固定的机制，这样可以对鞋跟起到一定的约束作用，不过如果鞋跟比脚跟宽出太多的话还是会磨脚。如果你的脚型与大多数人不一样，或者你之前所有的鞋子都有同样的问题（例如特别容易磨破某些部位），选择鞋子就需要特别注意。

新鞋买回家之后，最好在日常生活中试穿几天，如果发现某些方面不够合脚，就回到店

里退换。

调整你自己的鞋子

如果你的脚背太低，或者足弓太高，可能很难找到合脚的鞋子，此时可以加垫一层鞋垫。如果鞋跟太松，也可以考虑加一层鞋跟垫，不过不一定有效。如果鞋型跟你的脚型相差太远，可能就需要一副专门的半固定式矫形鞋垫，其价格可能不比新买一双鞋子低多少。如果你的足弓太高或是太低，或是有过度足内翻（将体重放在一只脚上时，脚踝过度向内偏转）的问题，或许只能靠矫形鞋垫来解决。过度足内翻的一种简易辨别方法是：光脚站立，略微屈膝，等到膝盖刚好挡住你的视线，让你看不到脚趾时，如果无法把大脚趾抬离地面，就说明你有过度足内翻的问题。当然，要想确诊还需要专业医师的判断。如果忽视过度足内翻的问题，继续进行负重徒步等活动，很可能会导致足底筋膜炎。如果鞋子太短或是太窄，通常没有很好的办法加长加宽，只能再买一双。

有些厂商提供可加热塑形的EVA泡沫鞋垫。泡沫鞋垫可以更好地平均分配你的脚底对鞋底的压力，但是无法像矫形鞋垫那样解决鞋型与脚型不符的问题。

鞋带的穿法

你可以通过改变鞋带穿法来调整脚的不同部位受到的压力。一些登山鞋提供了能够锁紧鞋带的锁扣，便于分配鞋带在不同部位的松紧程度。通常情况下，鞋带是从脚尖附近开始，一路左右交叉到脚背和小腿基部；如果取消某两对鞋带孔之间的左右交叉，让鞋带平行通过，就可以减轻这一部分脚背受到的压力。在交叉点把两股鞋带拧几圈，则可以增加摩擦，允许交叉点上下的鞋带具有不同的松紧程度，也就是起到类似于锁扣的作用。如果你需要更好的脚踝活动性，例如



鞋带的系法示例

在穿冰爪横切时，鞋带最上面一两扣可以不必系上。将鞋带反向穿过鞋带孔或鞋袢，也可以增加摩擦，允许鞋袢两侧的鞋带具有不同的松紧程度。理想情况应该是脚背部位比较紧，脚趾则有足够的活动空间。

如果无论如何都无法避免鞋子磨脚，你只能在容易磨破的部位，例如跟腱处，事先贴上胶布保护。出汗很容易导致胶布滑脱，所以最好先擦干净皮肤，用柔软的医用胶布贴一层，再在上面覆盖一层表面比较光滑的普通胶带，以减少袜子与脚之间的摩擦。也可以采用创可贴，外面同样要覆盖一层普通胶带。第一次使用某个牌子的胶带之前，要确认你的皮肤是否对其过敏，可以取一点胶带贴在前臂内侧。第一次穿新鞋上山时，记得带上备用胶布，一旦发现鞋子磨脚，立即在相应部位贴上胶布保护，不要等到磨出水泡再处理。记得经常剪脚趾甲。

袜子

袜子的选择也很重要，一双好袜子不仅可以增加舒适程度，还能避免磨脚。老式的羊毛袜具有很多缺点，即使里面再穿一层薄袜子，也无法解决全部问题。用合成纤维制造的户外徒步袜，具有更好的排汗性能，但是容易磨脚和发臭，所以最好选择用美利奴羊毛与合成纤维混合编织的袜子。通常情况下，单层袜子就足够了，但在极端寒冷的环境下，可以在保暖

袜里面穿一层完全防水的薄袜子，避免脚部的汗水蒸发，弄湿外层的保暖袜和鞋子。每天临睡前，务必记得把防水袜脱下来，让脚部在夜间恢复干爽。

防水透气材料

我对标榜使用防水透气袜套的登山鞋并没有什么好感，因为即使是再好的防水透气材料，也会降低鞋子的整体透气性，导致汗水和湿气无法排出鞋外，况且由于鞋子经常弯曲的缘故，防水透气层很快就会出现裂缝，所以在防水方面也没有保证。除此之外，带有防水透气层的鞋子价格也更昂贵。现代的皮革处理工艺可以让皮革达到基本防水，同时也能维持原有的透气性。你可以用 Nikwax、McNett ReviveX、Tectron Extreme Sport 等喷剂定期喷洒鞋子的皮革与合成材料表面，恢复其防水性。对于缝线部位，则可以用 McNett SeamGrip 防水胶粘剂进行处理。攀登过程中，你的脚会散发出大量的水汽，所以在大部分情况下，鞋子的透气性比防水性更重要。

性能

你首先需要确定的性能参数是鞋子的支撑性。支撑性越好的鞋子，重量就越重，所以没必要追求过度的支撑性。还是那句话，任何一款鞋子都不可能全方位满足你在攀登过程中的所有需求，所以必须有所取舍。如果你按照轻量化原则选择装备的话，负重量就不会太大，所以也不需要支撑性太好的鞋子，这样你就可以进一步减轻鞋子的重量。

如果你的攀登路线以 2 级和 3 级地形为主，鞋底硬度比较大的徒步鞋即可胜任。需要注意的是，徒步鞋的设计理念是为脚趾留出较大的活动空间，以提高舒适性，而登山鞋在脚趾部位则需要紧一些，以提高脚尖踩踏的准确性。你在选择鞋子的时候，除了必须合脚之外，也要注意不同款式设计理念的区别。

登山鞋

一些款式的登山鞋可用于徒步，也可用于难度较低的攀登。登山鞋的鞋帮部位最好有较宽的橡胶保护，这样不仅可以增加耐用性，而且在攀爬岩缝时也有帮助。前脚掌部位的鞋底边缘花纹要简单一些，便于踩点。登山鞋的鞋底橡胶不像攀岩鞋那样具有很高的摩擦力，耐磨性则要好一些。鞋底应该硬度适中，既适合长距离负重徒步，又能在具有一定硬度的雪坡上踢出台阶，并且能和绑式冰爪配合使用。登山鞋的主要优势在于重量较轻，通常一双鞋仅重 1 公斤左右。一些款式的鞋底片面追求花样新潮，在岩石上的表现很差，不要盲目跟风。

高山靴

如果你需要在寒冷环境、冰雪地形和长距离的碎石坡上进行攀登，就有必要选择一双高山靴。一双单层高山靴的重量通常在 1.5 公斤以上，甚至超过 2 公斤。尽可能选择重量较轻的款式，因为靴子的重量不仅会影响上坡速度，还会影响在岩石上的灵活性。通常情况下，最佳选择是那些专门设计用于阿尔卑斯式攀登的轻量化高山靴。

技术型攀登用鞋

许多装备厂商都有专门用于技术型攀登的鞋靴款式，通常可分为两大类。第一类可以称为野外攀岩鞋，设计与一般的攀岩鞋类似，但是鞋帮更高，鞋底有纹路，具有一定的支撑性，并且鞋面有一定的保暖作用，比普通攀岩鞋更适合寒冷环境下的攀登。这样的鞋子经常被用于大岩壁攀登，但却很少用于登山，因为其设计不适合徒步，只适合难度不太高的岩壁攀爬。第二类就是通常意义上的技术型高山靴，重量比一般的高山靴更轻，鞋帮有橡胶保护，鞋带固定方式与攀岩鞋相似，鞋底比一般高山靴薄，但仍具有足够的硬度，适合搭配冰爪攀登。通常情况下，野外攀岩鞋更适合在夏

季攀登以岩石为主的路线，技术型高山靴则更适合比较寒冷、需要通过冰雪地形的路线。我自己的技术型高山靴在5.8左右的路线上表现最好，再高的难度则有些力不从心，但我相信，攀爬能力更强的登山者可以穿着它们完成更难的路线。选择技术型高山靴时，无需考虑靴子与冰爪的搭配情况，因为绑式冰爪几乎从拖鞋到滑雪靴都能适用。

或许你会被所谓的“路线接近鞋”（Approach Shoes）所吸引。这一类鞋子可以看作是跑鞋和攀岩鞋的混合，其设计目的主要是用于休闲和攀岩，而不是登山，不过重量确实非常轻，所以也被一些登山者采用。由于鞋底花纹很浅，所以这种鞋子需要宽大突出的鞋跟，才能在下碎石坡和雪坡时避免滑倒。有少数款式具有比较硬的鞋底，可搭配绑式冰爪攀登。

攀岩鞋

许多登山路线的岩石路段都可以穿着高山靴或徒步鞋完成，但如果穿攀岩鞋攀爬的话，就可以进一步提高速度，增进攀登的乐趣。我自己在攀登4～5级岩壁路线时经常会带上攀岩鞋，尽管这意味着负重略有增加。选择登山用的攀岩鞋时，应该让你的脚趾能够平贴在鞋底上，而不是被挤压成弓形，否则长时间的攀登会让你的脚痛得无法忍受。鞋帮要尽量高，足以保护脚踝，鞋底则要尽量硬。鞋码应该能允许你穿着薄袜子攀爬，袜子不仅能起到保护脚部皮肤和保暖的作用，而且并不会影响你在难度不太高的5级地形上的表现。

双层高山靴

如果说攀岩鞋代表了登山鞋靴选择的一种极端的话，那么另一种极端则是双层高山靴。进行长距离的硬雪坡或陡峭冰坡攀登时，双层高山靴是很好的选择。在过去，塑料双层靴曾一度十分流行，而今天的登山者则更喜欢采



适用于登山的攀岩鞋

用新技术制造的双层皮面高山靴，只有在寒冷环境下进行长时间攀登时，才会选择内靴易于移除的塑料靴。当然，如果双层皮面靴的内靴是由具有防水性的热塑形泡沫材料制成，那也可以用于这样的攀登。紧贴皮肤穿一层完全防水的薄袜子，可以避免内靴被汗水濡湿，不过夜间要记得把这层袜子脱下来，让脚部恢复干爽。双层靴是为冰雪地形攀登设计的，并不适合一般意义上的徒步，也不适合攀岩，所以如果你打算穿双层靴攀爬冰岩混合路线的话，就需要一定程度的适应。双层靴的磨合空间比普通高山靴更大，所以新靴子最好在日常生活中穿一段时间来磨合，不要等到了山里才发现靴子不合适。

三层高山靴

所谓的“三层靴”是指自带超级雪套（Super-Gaiter）的双层高山靴，这类靴子是为极高海拔（例如喜马拉雅山区）和极度寒冷环境（例如在阿拉斯加登山）设计的，重量通常比双层靴更重，价格也非常昂贵，不过性能一般也对得起其价格。如果你读过《进入空气稀薄地带》（*Into Thin Air*）的话，或许还记得贝克·韦瑟斯（Beck Weathers）在被误认为必死无疑后，独自在珠穆朗玛峰南坳超过8000米的雪地上躺了一夜，面部和手指严重冻伤，但脚趾却得以保全，并且最终自己恢复意识返回了营地，这与他当时所穿的Millet三

层高山靴有很大关系。

换鞋

你并不一定要穿着同一双靴子完成整个攀登过程。有些时候，如果你能穿徒步鞋进山，在困难的岩石路段换成攀岩鞋，再在攀爬冰雪坡之前换成高山靴的话，不仅能节约大量的时间，还可以让攀登变得更加舒适。

休闲鞋

凉鞋和拖鞋不仅适合在大本营穿着，而且在需要趟水过河时可以提供极大的帮助。每次我把凉鞋落在家里时，都禁不住会后悔。一些款式的凉鞋和拖鞋在脚尖部位有橡胶护套，不仅可以保护脚趾，而且在过河时能减少水流的阻力。你也可以自己用鞋带配上废防潮垫或旧泡沫鞋垫做一双简易拖鞋，这样做出来的拖鞋非常轻，通常只有 50 克左右。

背包

尽管市面上的背包款式很多，但要找一款适合登山的背包却并不容易。绝大多数款式都是为户外休闲徒步设计的，重量太大，没必要的功能太多，而在真正关键的地方却并不尽如人意。大部分背包在设计时都不会重视轻量化——只要在进行市场宣传的时候打出“轻量化”的旗号就可以了，很少有顾客会真正关心具体的性能参数。登山用背包的自重基本不可能控制在 1 公斤以内，但是 1.5 公斤左右的合适款式还是有一些的。

首先要明确背包的用途，因为用途决定了容积和其他一些方面的性能要求。如果你依据轻量化原则选购和安排装备的话，对于几天时间的攀登，50 升的背包通常足够了，即使在冬季也是如此，前提是你愿意把一些装备打成外挂。你觉得 50 升太少？那些追求超轻量化的人，或许会认为 50 升太多了。背包容积越大，自重就越大，并且因为有更多的空间，你很可能会带上一些不必要的东西。选择一个较小的背包，意味着你只能携带真正必要的装备，其他东西都得留在家里。如果你担心外挂装备被雨雪打湿，可以把背包容量增加到 60 升，也可以把装备包进自重极轻的涂硅尼龙防水袋里。登山者通常会选择没有睡袋仓、头包可拆卸、容积有扩展空间的背包，这样在进山过程中可以多装一些东西，攀登时则可以把头包拆掉，最大限度地减轻重量。

我把背包容积作为参考，是因为容积是最容易确定的性能参数。事实上，最重要的往往不是容积，而是背包的承重性能，这是由背负系统设计、背包合身程度和你自己的负重能力共同决定的。对于轻量化登山者来说，15 公斤左右的负重量就足够了，就算需要背负额外的攀登或滑雪装备，负重上限也不会超过 20 公斤。通常情况下，背包的自重应该在总负重量的 10% 以内。

选择标准

确定了背包容积和可以接受的自重范围之后，最重要的选择标准就是背负系统的设计和合身程度。有些时候，为了最合适的背负系统，你可能不得不选择一个自重略大一些的背包。要判断背包是否合身，光靠在装备店试背是不够的，必须经过实际攀登测试。如果你按照轻量化原则安排装备的话，负重通常不会超过体重的 20%，这样的负重量对于户外徒步来说并不大，但要在登山时长期背负，则对背包的承重性能有较高的要求。选购背包时，不妨多携带一些空饮料瓶，灌满水后放进背包，用来模拟攀登时的负重情况。如果你登山时的最大负重量约为 20 公斤，就应该携带 40 个 500 毫升饮料瓶，灌满水放进背包，然后就可以开始试背了。背上背包，扣好胸带和腰带，然后左右摇晃身体，看看背包的晃动幅度如何。如果你是个登山滑雪者的话，或许第一感觉会是

“背着这么容易晃动的包，叫我怎么滑雪！”背着包弯腰爬行，原地跳跃，体会背负系统的感觉。如果装备店里有小型岩壁的话，在上面横移几步。即使在尺寸完全合身的情况下，不同款式的背包给你的感觉也会相差甚远。

自重比较轻的背包，通常背起来不会最舒服。轻量化的背包可以节省 1 公斤甚至更多的重量，但对你的肩膀承受能力也提出了更高的要求。那些没有背架或是用防潮垫充当背架的超轻量化背包，腰带的支撑能力非常有限，大部分负重都需要由你的肩膀承担，所以舒适负重范围通常不超过 12 公斤。具有完整背负系统的普通轻量化背包，尽管自重会重一些，但却能允许你在更大的负重量下活动自如。好的装包技巧可以大大改善背包背在身上的感觉，但是无法完全替代背负系统的作用。除此之外，超轻量化背包通常是为徒步而不是登山活动设计的，其材料可能很容易在岩石上磨破。当然，如果你的目标路线以雪坡为主，对背包材料强度的要求就没有那么高。随着装备轻量化理念的流行，适合登山的轻量化背包越来越多，你的选择范围也越来越大。GoLite、Osprey、Granite Gear 等品牌都有专用于登山的轻量化背包款式可供选择。

功能

50 升背包的好处之一是，如果背负系统设计足够合理的话，你在进山和攀登过程中都可以背着同一个包。只要头包可以拆卸，背包主体容易收紧，你就可以在取出帐篷、睡袋和垫子之后，把背包缩小成冲顶包来使用。较小的背包通常具有较窄的背架，所以更加适合攀登。户外徒步爱好者通常会选择底部宽大、腰带厚实、放在平地上即可直立的背包，但是登山者则更喜欢底部较窄、不容易卡住、不会影响倒攀和主动滑降的背包款式。如果你还不明白我的意思，可以参考一下 Osprey Aether 60 的设计。

如果你需要建立固定的大本营，然后进行较长时间的攀登，也可以携带一个大容量背包用于运输，一个较小的背包用于大本营以上的攀登过程。许多登山者都采用这种方式，一些大型背包甚至带有专门的可拆卸式冲顶包，不过我还没见过真正成功的设计：冲顶包要么容积太小，要么结构不适合攀登，要么整套组合背包的自重太大。把头包拆下来作为冲顶包，同样也有容积不够的问题。或许你能找到一款合适的组合背包，或是找出把冲顶包固定在大背包外面的方法。注意，冲顶包最好具有腰带和胸带，以免意外掉落，同时腰带又不能太宽，以便与安全带配合使用。

假设你已经找到了一款容积在 50 升左右、自重在 1.5 公斤以下、背负系统设计合理的背包，具有足够的外挂点（用来携带防潮垫、绳子、冰爪、冰镐、头盔等装备），方便饮水，没有不必要的冗余设计。你接下来所要做的，就是测试背包与安全带的兼容性。穿上安全带，背上背包，扣好腰带，腰带会挡住安全带吗？腰带侧面有没有装备挂环，能否替代安全带上的装备挂环？背包的设计是否允许你把扁带斜挎在肩上，作为装备挂带使用？

即使背包内侧有防水涂层，也无法保证总体防水性。另一方面，登山者需要经常取用装备，所以背包防雨罩也不是很好的选择。如果攀登过程中有可能遭遇雨雪，最好把睡袋等物品单独放在涂硅尼龙防水袋里。涂硅尼龙不仅重量轻，而且表面光滑，非常适合装包。容积足够大的防水袋甚至可以作为整个背包的防水内胆，如果你担心缝线处漏水，可以用 McNett SilNet 等硅基防水涂剂进行处理。

选择攀登背包时，最好能戴上头盔进行试背，看背包是否会影响头部的活动。如果戴着头盔时无法抬头，就说明背包不合适。卸掉头包或许可以解决这一问题。攀登背包还应具有足够结实的拖拽环，当你需要在岩壁或冰壁上拖拽背包时，拖拽环必须能承受全部重量。

除此之外，还有一些问题需要考虑。背包背在身上时，是否方便在外面挎上绳子、相机或扁带？冰镐的固定方式如何，是否不必摘下背包就可以取用冰镐？是否方便携带雪铲和滑雪板？除了头包顶部的固定带之外，还有什么方式可以把绳子固定在背包上？

要是你发现了一款容积为50升左右、满足上述一切条件、做工精良、结实耐用的背包，请直接跟我联系。我到现在还没有找到任何一款如此接近完美的背包。

着装系统

“人们应该小心那些必须穿新衣服的行业。”

对于梭罗而言，说出这样的话似乎很容易，但是乔治·马洛里（George Mallory）和安德鲁·欧文（Andrew Irvine）于1924年在珠穆朗玛峰失踪时，身上穿的是用煮过的呢绒和打蜡的棉布制成的衣服。如果他们当初能享受到今天的高科技服装，是否能够幸免于难？这样的问题自然无法回答，不过近一个世纪以来，户外服装科技的确已经得到了长足的发展：1935年，尼龙被发明出来；20世纪70年代早期，最初的防水透气材料问世。购买户外服装时，你需要特别小心，因为户外业界的产品宣传几乎从来不符合真实情况。除此之外，不同的厂商可能会用不同的名字来命名同一种材料，并且名称时常变换，这就更给辨认和判断带来了麻烦。

防水透气材料

最初发明Gore-Tex防水透气材料的戈尔公司一直宣称，Gore-Tex具有“直径在水汽分子与微小水珠之间的孔隙”，所以既能允许水汽通过，又能把液态水挡在外面。听起来似乎玄之又玄，然而Gore-Tex的实际工作原理完全不是这样。戈尔公司最初进行产品开发的时候，是用疏松多孔的聚四氟乙烯（PTFE）薄膜覆盖在尼龙表面，然而PTFE薄膜很容易吸收油脂而丧失防水性，所以实验人员尝试在其表面覆盖一层聚氨酯（PU）材料薄膜，对PTFE层起到保护作用。聚氨酯薄膜本身并不具有任何孔隙，但是对于水分子可以起到半透膜的作用，能够允许水分子从比较潮湿的一侧传导到比较干燥的一侧，这就是Gore-Tex的工作原理。PTFE薄膜的主要作用在于，在同样的工艺水平下，覆盖在PTFE表面的聚氨酯薄膜可以比直接覆盖在尼龙表面的聚氨酯薄膜做得更薄，前者厚度约在后者的1/3左右。戈尔公司之所以从不宣称这一点，或许是因为他们不愿意承认，Gore-Tex成功的原因是“我们的聚氨酯薄膜比别人的做得更薄”。然而，这确实是实际情况，Gore-Tex的透湿性也确实比其他采用聚氨酯涂层的“防水透气材料”要好一些，Gore-Tex XCR则具有更好的透湿性。注意，聚氨酯薄膜只有有限的透湿性，没有透气性，也就是不允许空气通透，所以Gore-Tex系列材料的防风性非常好，在其他一些方面的表现则很差。

新开发出来的很多防水透气材料，都具有比Gore-Tex XCR更好的透湿性。最典型的例子是eVENT，因为采用了另一种不易吸附油脂的PTFE薄膜，所以不需要聚氨酯薄膜的保护，只需要在表面覆盖一薄层针织布（tricot）以避免磨损。eVENT的透湿率测试值与Schoeller Dryskin Extreme大体相同（为Gore-Tex的两倍以上），但是防水性则比后者好得多。透湿性好于Gore-Tex的防水透气材料还有Entrant G2-XT、Nextec、TriplePoint Ceramic（仅在湿度较低时具有更好的透湿性）等。这些材料在户外服装中的应用日益广泛，eVENT还被用于单层帐篷的防水处理。Nextec推出的EPIC并不是一种防水透气材料，而是对面料纤维的一种处理方式，通过用疏水涂层覆盖纤维表面来达到使面

料整体抗水的作用。EPIC 也已被用于露营袋和单层帐篷的防水处理。

采用聚氨酯薄膜的“防水透气材料”，例如 Gore-Tex XCR、Gore-Tex、Entrant Dermizax、Membrain、Hydroseal=XALT、Sympatex、Conduit、Schoeller WB-formula（按照透湿性由高至低排序）等，只有在内侧湿度高于外侧时才具有透湿性；总体相对湿度越高，湿度梯度越大，透湿性也就越好。换句话说，当你出汗时，衣物内部的相对湿度会提高，所以衣料的透湿性也会有所增加；然而，无论衣料的透湿性有多好，衣物内部的相对湿度总是比外界环境要高。每平方米的防水透气材料，在表面未被背包、安全带、拉链、口袋等物品覆盖的情况下，每小时的透湿量约在几十克至 100 克左右，而你在大强度运动时的排汗速度要远远超过这一数值。当你的运动强度达到运动能力上限的 75% 左右，且外界温度等于或高于 0℃时，水汽就会在衣物内层凝结，导致你的内衣和保暖层被汗水沾湿。

提高透湿性

要想让你的防水透气冲锋衣（或是任何外衣）达到最高的透湿性，需要运用一些策略。衣物结构的透气性永远比衣料本身的透湿性更重要。不要选择带内衬的冲锋衣——内衬是非常原始的设计，几乎肯定会导致汗水在衣物内层凝结。新款冲锋衣通常会采用纱网材料作为口袋的内衬，只要拉开口袋拉链，就可以起到与腋下透气口相似的作用。当然，透气性与防水性不可兼得，例如在雨雪天气里，你自然不可能拉开所有拉链。你可以根据出汗情况灵活调整运动强度——有些时候，只要攀登速度稍微放慢一点，出汗的程度就会显著降低。一旦开始出汗，就要尽快拉开所有拉链，不要等到内衣都湿透了才动手。少穿贴身保暖衣物，这样比较不容易因为发热而出汗，如果需要长时间停下来，可以在最外面套一层保暖外套。任何防水透气材料在外表面打湿的情况下，都不可能发挥原本的透湿性，并且被雪打湿比被雨打湿更严重，因为雪会导致衣料温度降低，使衣物内侧的水汽更容易凝结。绝大多数冲锋衣的外表面都进行过抗水处理，所以当水洒在新衣服表面时，会自动凝结成水珠，而不是把衣料打湿。经过一段时间的穿着之后，衣物的表面抗水性会逐渐消失，此时可以先用中性洗涤剂把衣物洗净（不要添加柔顺剂），漂洗干净之后再用热风吹干，抗水性即可恢复。如果衣物经过多次洗涤，已经无法自然恢复抗水性，可以在洗涤剂中添加 Nikwax TX-Direct、McNett ReviveX 等专用拨水剂。

旧式的“分层着装系统”通常可分为三层：贴身穿一层用聚丙烯或涤纶材料制造的“排汗内衣”，用来吸收皮肤表面的汗水，促进蒸发；中间是一层抓绒或羊绒，起到保暖作用；最外面则是用防水透气材料制造的冲锋衣。之所以要穿冲锋衣，是为了防止保暖层被雨雪打湿，影响攀登的舒适性，甚至导致失温。然而，长期进行强度较大的攀登活动时，冲锋衣很难及时排出足够的水汽，导致内衣和保暖层经常被汗水濡湿，这与被雨雪打湿并没有本质上的区别。为了避免发生这种情况，登山者必须要停下来脱掉冲锋衣，减少或完全脱掉保暖衣物，重新穿上冲锋衣，然后再继续前进；而在需要长时间停下来的时候，则必须要再次脱掉冲锋衣，增加保暖衣物，然后再重新穿上冲锋衣。这样做实在太过麻烦，所以旧式的“分层着装”理念，正在逐渐为新的着装理念所取代。

新的着装理念

随着户外服装科技的发展和人们观念的变化，着装系统的关注重点已经由“防水”（隔绝外界的雨雪）转移到了“排汗”（有效排除身体因运动而产生的水汽）。毕竟，你只有在

极少数情况下才需要冒着雨雪行进；绝大多数情况下，最重要的是避免汗水濡湿内层衣物，以及充分的防风。有两种方式可以同时满足这两点要求：风衣＋贴身保暖层，以及软壳服装（Soft Shells）。

软壳服装

在英国，软壳户外服装的应用已经有超过10年的历史；近年来，连戈尔公司也开始转向软壳服装的开发。一件理想的软壳服装，应该能集透湿、保暖、防风和抗水功能于一身；需要注意的是，许多厂商所标榜的“软壳”其实并不具有这些功能，甚至跟传统冲锋衣完全没有什么区别。之所以软壳服装具有较好的透湿性，主要是因为面料本身有一定的透气性，当然这也意味着其防风性和抗水性不如传统的冲锋衣。

软壳服装的发展，主要归功于弹性纤维和弹性涂层材料技术的进步，这些技术目前仍处于快速发展的阶段，每隔一段时间就有号称“性能更出众”的新材料问世。仅Schoeller和Malden Mills两家厂商就各自推出过十余种软壳材料。大多数软壳服装都综合应用了弹性纤维、耐磨纤维、导湿纤维等新材料和抗水处理工艺，并且借鉴了相关品牌的冲锋衣设计经验，以满足不同运动强度和外界环境的要求。软壳服装通常较为贴身，而不是像旧式冲锋衣那样宽松；内表面较为柔软，但我在穿着软壳服装时，仍然会贴身穿一层化纤T恤。相比传统的冲锋衣，软壳服装在许多方面都具有明显的优势：透气性和舒适性更佳，适合大多数攀登环境，不容易被风吹动，外观更时尚，并且由于具有一定的弹性，所以更不容易对攀爬动作造成阻碍。

软壳服装的问题在于价格昂贵，重量较重，防风性相对较差，并且因为通常会添加氨纶材料，所以更容易因吸附水汽而沾湿。许多软壳面料都不够结实，容易被树枝、岩石或是冰锥划破。大多数软壳服装都没有兜帽，并且为了确保透气性，口袋的数量非常少。在较严重的雨雪和低温下的大风中，软壳服装会明显表现出在防护性能方面的欠缺。

风衣

风衣（Wind Shell）是指重量轻、防风性能较好的外套，通常穿在薄层保暖衣物外面。有些款式的风衣自带保暖内胆，但我并不喜欢这样的设计。风衣大多用超细纤维（Microfiber）或EPIC面料制成，也有些款式应用了新的高科技材料，例如Pertex推出的Equilibrium面料等。风衣＋薄保暖层的着装方式，保暖性比乍看上去要好得多，因为风衣具有很好的防风性，可以有效杜绝对流散热。我自己在气温$-7℃$、有一定风力的环境里，可以只穿一层薄羊绒衫和一层风衣进行攀登，只要维持一定的运动强度，就不会感觉到寒意。风衣的防风性至关重要，因为对流散热的速度是与空气流动速度的平方成正比的。与传统冲锋衣相比，风衣的重量更轻，透湿性更好；与软壳服装相比，风衣可以在维持良好防风性的前提下，仍然达到很好的透湿性。用抗水材料制造或经过抗水处理的风衣，对雨雪有一定的抵抗能力，并且由于面料结构致密，所以蚊虫无法像叮透某些软壳材料一样叮透风衣表面。要达到最佳性能效果，风衣必须比传统冲锋衣更贴身，减少衣物内部的潮湿空气体积——对于登山者来说，贴身也意味着更加方便攀登。

风衣的主要问题是大多数面料的弹性很差，所以无法做到像软壳服装那样的贴身程度。另一方面，风衣的价格比软壳服装便宜很多，并且即使加上里面的保暖层，重量也比软壳要轻，所以如果能找到合适的保暖层，风衣通常是比软壳服装更好的选择。

贴身保暖层

采用风衣＋贴身保暖层的着装策略时，

你可以根据不同活动的需要来选择不同的保暖层。或许你会觉得不可思议，但是就目前而言，最好的保暖层材料是羊绒——当然并不是任何羊绒都可以，而是需要新西兰出品的美利奴羊绒。这种羊绒的纤维非常长，并且非常细，所以穿在身上不会痒，感觉像棉质材料一样舒适。

“排汗内衣”的秘密

那么，羊绒的排汗性能又如何呢？单就吸湿性而言，棉布或许是最好的吸汗材料，因为棉花纤维本身具有很高的亲水性，能够吸附大量的水分。不过，对于登山者来说，棉布并不是合格的内衣材料，因为吸水会导致棉花纤维变软，内部无法容纳空气，从而丧失保暖性。羊绒和化纤材料在吸水后还能维持原本的弹性，所以仍然能够保暖，但是羊绒几乎不具有任何吸汗性。所有衣料在吸水后，晾干的速率都差不多，包括棉布在内：单位时间、单位面积的衣料，能够挥发的水分总量都差不多，只不过某些衣料比其他衣料吸收的水分总量更多，所以完全晾干需要更长的时间。（如果你的贴身保暖层被汗水濡湿了，就说明保暖层太厚，或者是外层衣物的透气性不够。）另一方面，羊绒传导水蒸气的速度则比化纤材料要快，因为羊绒纤维内部是中空的，其孔径能允许水汽分子通过，却不允许微小水珠通过（这话听起来是不是很熟悉？）所以羊绒内衣的排汗性能比化纤内衣更好，穿在身上也更舒服。除此之外，羊绒还不容易像聚丙烯或涤纶材料那样沾染异味，即使一段时间不洗也没有关系。在过去，只有 Smartwool 在美国的户外用品市场上占有一席之地，但是今天，一些主流装备厂商已经开始生产羊绒制品。用美利奴羊绒和高科技合成纤维混纺制成的内衣，穿着舒适，排汗性和保暖性都很好，重量轻，能够适合不同攀登环境的要求。

羊绒的缺点除了价格昂贵之外，主要是储存时容易遭到虫蛀，需要添加樟脑丸，粗心大意的登山者往往会忽略这一点。

极限情况

无论你选择了软壳服装还是风衣 + 贴身保暖层的着装方式，都难以抵御真正的极限情况——长时间的雨雪、大风和寒冷。如果你需要在这些情况下进行攀登的话，软壳和风衣都不如传统的冲锋衣更适合你。

最简单的解决方式是在软壳服装外面套一层带有兜帽的外套——可以是风衣，可以是冲锋衣，甚至可以是完全不透气、不透湿的户外雨衣。用涂硅尼龙制成的户外雨衣，不仅 100% 防水，而且重量仅有几十克，打包体积不到一只拳头那么大，唯一的缺点是面料完全不具备透湿性——如果户外雨衣设计成雨披的形式，整体透气性就可以完全弥补这一缺陷，并且还能顺便盖住你身后的背包。你也可以选择用 3M Propore 材料制成的外套，其透湿性是 Gore-Tex 的 2 倍，缺点是耐用性只有后者的 1/4。追求低成本和极度轻量化的人，可以选择用无纺布制造的一次性雨衣，虽然透气性和耐用性很差，但是一件只要几块钱，并且可以折叠到钱包大小。当然，很少有登山者真的会使用一次性雨衣，之所以举出这个例子，只是为了说明你拥有很多可能的选择。

保暖外套

在寒冷环境下，当你停下来打保护、吃东西、清理营地或是休息时，需要迅速套上一件保暖外套，以免体温流失。在过去，登山者都喜欢用羽绒服作为保暖外套，但是羽绒很容易吸附水汽，从而丧失保暖性。今天的登山者可以选择专门的保护外套（Belay Jackets），这样的外套通常用合成纤维作为保暖填充材料，带有能够容纳头盔的宽大兜帽，具有一些适合攀登操作的设计，例如在腰部保护器所在的位置留有拉链开口，内侧有装备用手套和水壶用

的纱网袋，等等。保护外套可以直接披在身上的衣物和装备外面，甚至套在冲顶背包外面，迅速提供足够的保暖性。购买之前最好穿着安全带、挂着装备、背着冲顶包试穿一下。要想进一步提高效率，可以跟你的搭档共用同一件保护外套，谁负责进行先锋保护，谁就把外套套上。在保暖材料方面，有两对竞争关系由来已久：羽绒与合成材料之争，以及合成材料中的 Polarguard 与 Primaloft 之争。

羽绒与合成材料之争

关于羽绒与合成材料孰优孰劣的争执，到目前还没有最终定论。羽绒的优点是压缩性好，单位重量的保暖性较好，并且通常能维持更久的时间；缺点则是容易吸附水汽，一旦濡湿就会丧失保暖性，并且很难晾干。合成填充材料则体积较大，压缩性较差，但是即使湿了也不会完全丧失保暖性。登山过程中，可能导致外套沾湿的原因有很多，包括出汗、雨雪、过河、挖掘雪洞、水袋漏水等等。羽绒服的表面一旦刮破或烫坏，就会漏出大量的绒，而采用合成填充材料的保暖外套则没有这样的问题。就目前的衣物缝制工艺而言，羽绒服和合成材料外套的单位重量保暖性区别并不大，因为要想让羽绒在整件衣服中均匀分布，就必须把衣服缝成格子状，缝线处的羽绒厚度和保暖性能几乎为零，而合成材料外套的质地则可以做得非常均匀。采用经过拨水处理的超细纤维面料制造的羽绒服，具有比普通羽绒服好得多的防水性，但是由于缝线太多的缘故，仍旧无法做到完全防水。Gore-Tex 等传统防水透气材料因为不具有真正意义上的透气性，所以无法用作羽绒服面料。采用合成填充材料的保暖外套，在设计上的自由度比羽绒服要高一些，并且结构可以做得更简单，但是几乎不可能达到像羽绒一样的蓬松度。当然，如果你很容易出汗，或是需要在潮湿环境下进行攀登，那合成材料几乎可以说是唯一的选择。你只消穿着打湿的合成材料保暖外套钻进睡袋睡一晚上，就可以用体温把外套烘干，这对羽绒服来说是绝对不可能的。

Polarguard与Primaloft之争

Polarguard 3D/Delta 与 Primaloft PL1 是两种非常相似的合成保暖材料，二者的性能几乎不分高下，所以决定某一款外套性能的往往并不是填料的区别，而是设计、面料等其他因素。Polarguard 采用长纤维，通过添加少量胶粘剂来达到合适的蓬松度，而 Primaloft 则采用 5 厘米左右的短纤维，表面用硅基涂层处理，彼此交叉形成三维结构。Primaloft 的吸水能力比 Polarguard 要低，所以在浸透水后晾干速度快一些，但是在潮湿状态下保暖性下降得更厉害。实际用作外套和睡袋填料时，二者的性能差异非常小，Polarguard 的表现稍好一些，但几乎可以忽略不计。

至于传统的抓绒和长毛绒，单位重量的保暖性能则要低得多，完全不具备防风性，并且压缩性比合成纤维填料更差，所以可以不必考虑。

裤子

目前最广泛采用的速干裤材料是 Supplex 尼龙，但也有另外几种性能相似的尼龙和涤纶面料可供选择。Supplex 面料具有较好的耐磨性，并且因为非常薄，所以排汗透气性能也很好。尽管尼龙本身并不具备防水性，但可以用拨水喷剂进行抗水处理。Supplex 速干裤的设计通常很适合登山者的需求：裤腰部位非常简洁，在需要穿安全带的部位没有口袋，裤脚可以收紧，膝盖和臀部有 Cordura 材料加固，甚至裤门拉链是由下往上开启（这样穿安全带时更加利于方便）。Supplex 也具有一定的防风性，在不是很寒冷的环境下，可以把速干裤当作风裤穿在贴身薄羊毛裤外面。Supplex 及类似面料的最大问题在于缺乏弹性，所以裤子

只能做得比较宽松，无法做到充分贴身。腿部在运动中的散热量和排汗量都很大，所以不要轻易选择用防水透气面料制造的冲锋裤，除非你确定有这个必要。

目前的软壳裤子比普通尼龙裤更重，防风性更差，并且拨水处理很容易就会失效。如果需要在雨雪或大风中进行攀登，或是在雪坡上进行长距离的主动滑降，你就得在软壳裤子外面再套一层轻型冲锋裤或防水裤，以免软壳材料吸水沾湿。在其他情况下，软壳裤子由于有透气性和舒适性方面的优势，所以很受登山者青睐，但是价格比较贵。尽量选择重量较轻、耐用性较好的面料，例如Schoeller Dryskin Extreme。如果你实在需要一双非常结实的裤子，同时又不必考虑防水性（例如需要钻灌木林的情况，或是在冬季攀登沙漠地区的山峰），那只要一条便宜的牛仔裤或工装裤就够了。

我自己的选择

在理想情况下（持续攀登，凉爽但不寒冷，有风但不大），我会穿软壳服装进行攀登，但就目前而言，软壳服装在大多数时候的表现都不如其他着装方式，并且性价比也偏低。平时登山时，我会穿一件带有兜帽的轻型风衣，一条Supplex速干裤，里面贴身穿一层羊绒保暖内衣，厚薄依天气和温度情况而定。在寒冷环境下进行攀登时，我会额外携带一件采用合成填充材料的保暖外套，以及一顶套头帽(Balaclava)。如果天气实在太冷，我会换上冲锋衣和冲锋裤。我等待着下一代高性能软壳服装问世。

手套

手套很难从结构上做到通风透气，所以很容易被汗水濡湿。在十分寒冷的环境下和攀登强度不大的时候，用高科技保暖纤维和防水透气面料制造的厚手套，或许能维持手部的干爽和温暖，但是只要排汗量稍有上升，这样的手套很容易就会湿，并且内部结构导致其很难烘干。今天的登山者则通常会戴着透湿性非常好的薄手套进行攀爬，在停下来休息时迅速套上保暖性较好的并指手套。

我自己通常使用新式的劳保防护手套，例如Ironclad出品的几款手套。这类手套很受机械师、赛车手、自行车运动员和其他人士的欢迎，因为它们很结实，不会干扰手指的活动，并且抓握性能非常好——这对于合成材料手套来说非常难得。此外，这类手套在手掌部位具有厚实的衬垫，弄湿后很容易晾干，还具有很好的弹性，可以在里面加一层薄手套作为内胆——并且价格不到专业攀登手套的一半。在某些情况下，我也会选择用软壳材料制成的手套，或是防风抓绒手套。停下来休息或打保护时，我会在手套外面再套一层半并指手套(Trigger Mitts)，也就是食指独立出来，中指、无名指和小指并在一起的手套。这样的手套具有比分指手套更好的保暖性，同时又比普通并指手套更方便进行打绳结、保护等操作。绝大多数攀登手套在手与冰镐或登山杖接触的部位都采用摩擦系数比较高的材料，我的半并指手套采用的是双层皮革。就目前而言，合成材料或者摩擦系数不够，或者耐用性欠缺，总之还无法取代皮革的地位，只有Griptec、3M Greptile等少数材料能够接近皮革的性能。一些登山者会在不太寒冷的环境下戴着普通皮手套进行攀登，如果手套磨坏了，只需要花几十块钱再买一副新的。把皮手套的指尖部位切掉，可以让手套更适合攀岩。

发展前景

知道下一代的户外服装新材料是什么吗？是负鼠的皮毛——开玩笑而已，不过刷尾负鼠(Brushtail Opossums)的绒毛的确可用于制作衣料，并且与美利奴羊绒混纺的效果非常好（在新西兰，刷尾负鼠泛滥成灾，所以用不着

担心猎杀负鼠会造成生态问题)。可以说，户外服装材料的未来发展前景，在今天是完全没有办法预测的。

当你站在装备店里，面对着满架的高科技服装不知道该如何选择的时候，不妨这样想一想：今天攀登珠穆朗玛峰的人可以说是摩肩接踵，所以在南北两侧传统路线上，唯一的挑战或许就是用 1924 年马洛里和欧文那样的装备进行攀登——厚重的呢绒衫，钉着平头钉的粗笨靴子，等等。我敢担保，今天不会有任何人愿意面临那样的挑战。

遮蔽系统

“即便让我赤身露体站在冰天雪地，寸草不生的山巅，我也可以在冬天的深夜咒骂通宵，只把它当作片刻的消遣。”

莎士比亚当然可以让笔下的萨福克公爵在《亨利六世》中说出这样的话，但是对于登山者来说，如果没有合适的遮蔽，在山上过夜就会成为一段无比难熬的经历。大部分装备的用途和适用场合都比较单一，但是遮蔽系统则不然，登山者可以根据路线情况、季节、天气、个人的身体情况和喜好来选择不同的过夜方式。让我们分析一下各种不同的方式。

直接露宿

把防潮垫铺在地上，摊开睡袋，你就可以在星空下露宿了。在进山途中，如果天气稳定，温度合适，并且没有讨厌的蚊虫，露宿或许是最简单的选择。需要注意的是，如果你在较低的地方露宿，夜间又没有风，睡袋很容易结霜或是被露水沾湿。

露营袋

露营袋可以看作是防水的睡袋外套，通常在开口部位有遮风挡雨的设计。在暴风雪肆虐的时候缩在露营袋里，是许多登山者都体验过的痛苦经历。制造露营袋的材料有许多种，防水性和透气性各不相同，有时同一条露营袋的正面和底面也采用不同的面料。Gore-Tex 因为透气性差的缘故，不适合作为睡袋面料，而用 Gore-Tex 制造的露营袋也有容易结霜的问题，如果你的睡袋面料透气性也较差（例如 DryLoft 或是 Quantum 面料），问题就会更加严重。许多露营袋的底面都是用完全不透气的防水材料制成，这就对正面的透气性提出了更高的要求。如果在雨雪中露宿，即使面料的透气性再好，水汽也会在露营袋内侧凝结，把睡袋弄湿。我自己最喜欢的露营袋款式，其实只有下半身是露营袋，上半身则相当于一顶简易帐篷，可以把装备放在里面，并且因为开口比较大，所以透气性非常不错。其自重约为 0.9 公斤，与传统的 Gore-Tex 露营袋相当，可以容纳宽度不超过 50 厘米的防潮垫。我也有一条传统风格的露营袋，正面用透气性较好的 EPIC 面料制成，底面为涂硅尼龙，自重约 280 克，比任何帐篷都要轻，所以我也经常会使用。露营袋对小雨、干雪和霜的防护性都很好，即使在暴雨中也可以勉强使用，但是必然会很不舒服。正面采用轻量化面料的露营袋，自重可以控制在 230 克以下。

露营袋可以把睡袋的舒适温标提高 3 ~ 5℃，所以即使你使用帐篷宿营，也可以在睡袋外面套一层露营袋，起到额外的保暖和防水作用。

登山者常用的垫子可分为两大类：用交联聚乙烯材料制造的封闭室发泡垫，以及内充开放室发泡材料的自充气垫。如果你的露营袋底面材料具有较好的防水性，就不必使用地布，这样可以减轻一些重量，不过也带来了一个问题：垫子究竟应该铺在露营袋外面还是里面？涂硅尼龙的表面非常光滑，所以如果你把垫子铺在露营袋外面的话，很有可能会从上面滑下来。我一般是把垫子铺在露营袋里面，用地钉固定露营袋的脚部，两支登山杖交叉成倒 V

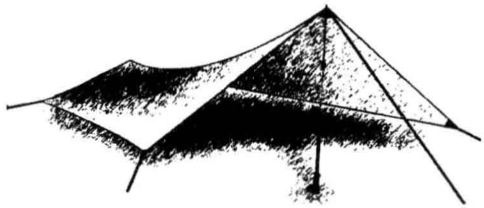
形，用来固定露营袋的头部。我在露营袋开口处系了一段辅绳，可以先绕在V形的交叉点上，然后末端用另一枚地钉固定，这样露营袋就不会盖在脸上。我一般会携带一块便宜的无纺布作为地布，以免露营袋的底面弄湿或是划破（使用地布时，除非你预先在上面戳出很多小洞，否则地布的面积不要超过露营袋或帐篷的面积，不然上面很容易积水）。

简易帐篷

结构最简单的帐篷是简易无底帐（Tarp Tent），或称天幕帐篷。现代的简易帐篷通常用涂硅尼龙或其他硅基材料制成，重量轻，经久耐用，顶线通常为弧形，用登山杖或冰镐即可支撑。这样的简易帐最好能跟露营袋配合使用。简易帐的支撑高度可以灵活调整，降低高度可以提高防风性，增加高度则可以增加内部空间和透气性。需要注意的是，支撑高度较低时，帐篷内侧很容易结霜，因为涂硅尼龙的透气性几乎为零。

印第安式的尖顶简易帐能提供更好的防护，但是要重一些，约在1公斤左右。简易帐由于没有底，所以最大的问题在于很难防虫，你当然可以通过增加内帐来弥补这一点，但是这样一来，简易帐的轻量化优势也就不复存在了。一些简易帐采用了有帐杆的设计，除了没有帐底和门厅之外，与普通单层帐的区别并不大。简易帐无法提供像标准帐篷那样的防护，雨雪有可能会从帐篷与地面之间的缝隙进来，所以要做好预防措施。如果攀登过程中有可能发生暴风雨或暴风雪，最好准备一条露营袋。当然，简易帐的轻量化优势是任何标准帐篷都无法比拟的，一顶小型简易帐加上一条轻量化露营袋，总重量不到1公斤，打包体积只有两三个汉堡包那么大。

要在登山过程中使用简易帐，必须考虑到防风、天气和营地选择方面的问题。采用弧形顶线的小型简易帐，在防风方面的表现相对较



现代的单人简易无底帐

好，而采用直线顶线或帐杆支撑结构的简易帐，则无法抵抗太强的风力。防风绳最好不要使用吸水后会延长的尼龙绳，而要采用编制涤纶绳，高强度Spectra/Dyneema辅绳，或是较粗的风筝线。准备一些备用防风绳，这对于完全靠防风绳和冰镐/登山杖支撑的简易帐来说特别重要。如果风不大，帐篷底边与地面之间应留出几厘米的缝隙，以利于通风透气；如果风比较大，帐篷底边最好能紧贴地面。简易帐的搭建需要一定的技巧，特别是在营地不理想的情况下。

单层帐

目前市面上的单层帐篷多由涂硅尼龙制成，用途主要是户外徒步宿营，在这里，我们只考虑专门设计用于登山的单层帐篷。这样的帐篷通常用防水透气材料制成，尽管有一定的透湿性，内部仍然很容易结霜。单层帐的透气性通常很一般，在炎热天气和潮湿环境下的表现较差，不过有些款式采用了EPIC和eVENT等透湿性较好的面料，性能相对有所改善。登山用单层帐的优点在于形状低矮，结构紧凑，所以可以抵抗相当强的风力，某些款式甚至号称能抵抗10级狂风。这样的单层帐非常昂贵，不妨算一笔账：采用传统设计的双人双层帐，重量可以做到1.8公斤以内，并且价格比单层帐低廉得多，所以无需地布保护，并且你每隔几年就可以换一顶新帐篷。如果你使用昂贵的登山用单层帐，就需要用地布保护帐底，最终的总重量并不比双层帐轻多少，并且单层帐一旦被雪铲或冰爪划破，通常就不得

涂硅尼龙

涂硅尼龙已经被广泛用于户外服装和帐篷的生产制造。最早的涂硅尼龙是用硅基涂料对超薄 30D 抗撕尼龙布进行处理，得到的产品呈半透明状，重量非常轻（每平方米约 45 克），防水性和耐用性都很好。涂硅尼龙的表面非常光滑，所以不适合作为地布使用。如果需要地布，可以采用便宜的无纺布，尽管重量略重一些（每平方米约 60 克），但是摩擦系数更高，并且经过洗涤之后可以达到类似布料的手感。无纺布的燃点很低，所以不能用烘干机烘干，但是自然晾干的速度非常快。涂硅尼龙的缺点是易燃，并且缝线处无法压胶，只能用硅基涂料进行防水处理。今天，市面上已经出现了许多更高强度的涂硅尼龙材料，包括涂硅 Cordura、涂硅帆布、涂硅降落伞布等。

不报废，长此以往，你花在帐篷上的开销会是一笔天文数字。此外，单层帐的保暖性也比双层帐差，在同样的外界条件下，帐内温度的差异可达 5℃ 以上。选择帐篷时，要注意帐篷与防潮垫的搭配，一些帐篷由于帐底形状特殊，所以对垫子的长度和形状有比较严格的要求，除非你打算把脚伸到门厅里。

单人帐

天气和路线情况不适合露营袋或简易帐时，我通常会使用一顶双层单人帐，即使我是跟随一支较大的队伍进行攀登。采用传统设计的双层单人帐，重量可以控制在 1.4 公斤以内，并且高度可以容许你坐在里面，宽度足以容纳 50 厘米宽的防潮垫。这样的单人帐尽管重量比双人帐的 1/2 要大一些，但是可以提供更大的人均空间，并且在很多方面都更加方便，例如因为宽度较窄，所以更容易找到合适的地方搭建，而且你在夜间辗转反侧时不会影响到你的搭档。

帐篷的选择

选择帐篷时，有一些细节需要注意。我一直不能理解为什么大多数双层帐都需要先搭建内帐，或许这样设计起来比较简单，但在雨雪天气里搭帐篷时，只有先搭好外帐，才能保证内帐不被沾湿。许多单层帐都采用从内部搭建的方式，而一些双层帐也可以先搭好外帐，然后再把内帐挂进去，甚至只搭外帐不挂内帐，当作简易帐篷使用。如果搭帐篷只是为了防虫的话，你也可以考虑只搭内帐，不搭外帐，这样可以达到更好的透气性。一些帐篷的结构会导致外帐内侧凝结的水珠滴在内帐门上，选购时要注意这一点。在降雪较多的地区进行攀登时，最好不要使用平顶或顶部呈鞍形的帐篷，以免被雪压塌。如果你打算将三季帐用于冬季或高山攀登，最好把帐篷搭起来，用力压迫帐顶，或是在上面放上重物，测试帐篷的承重能力。如果你计划在帐篷里使用吊锅，一定要选择高度合适的帐篷。涤纶对紫外线的抵抗力比尼龙要强很多，所以涤纶外帐比尼龙外帐更适合高海拔攀登。外帐的颜色应该鲜艳夺目，即使在能见度较低的情况下也能从远处看到。

无论你最终选择了什么样的帐篷，都要注意保养，维持帐篷的清洁，每次使用后都要充分晾干再打包储存。如果外帐用尼龙制成，最好能定期用抗紫外线喷剂进行处理，这样还可以增加外帐的防水性。帐底的破洞要及时修补，以免漏水导致压胶松脱。

四季帐

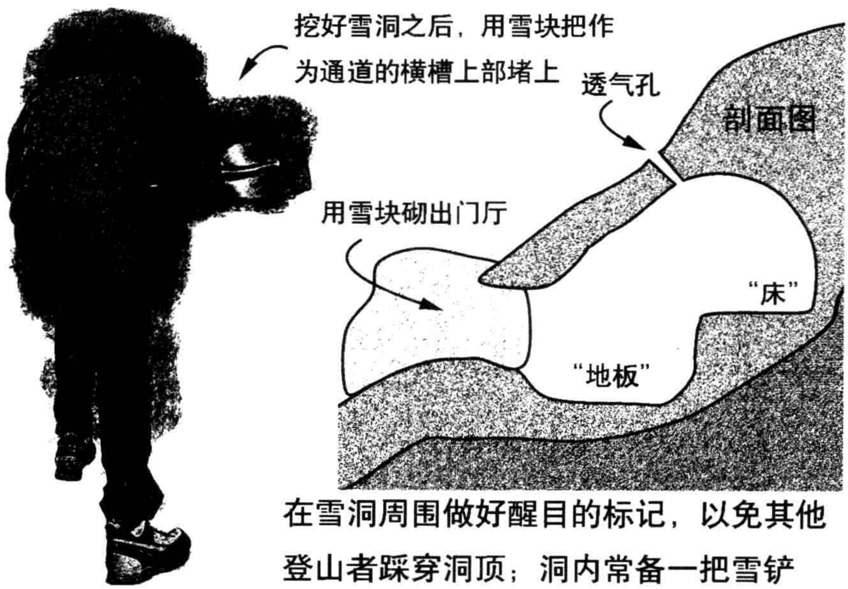
所谓的“三季帐”和“四季帐”究竟有什么区别，为什么后者要重得多？四季帐（也就是通称的“高山帐”）通常具有三根或更多的帐杆，并且面料比较结实，帐杆也比较粗，以增强帐篷的整体强度和抗风性。四季帐的高度通常较低，并且具有更多的防风绳，这些设计都是为了增强抗风性，有些四季帐号称能够抵抗 10 级以上的风力，但是侧向抗风性则要弱

一些。门厅通常比较宽大，可以在里面化雪烧水。三季帐的内帐通常具有较大面积的纱网，外帐边缘与地面之间留有缝隙，借以提高透气性；四季帐则没有或只有小面积的纱网，外帐带有雪裙，这样的设计是为了减少空气对流，从而达到更好的保暖效果。所以，所谓的“四季帐”其实只适用于春秋冬三季，在夏季和阳光强烈的高海拔地区经常会热得令人难以忍受。此外，四季帐的外帐内侧结霜也更严重。高山帐的重量通常在相同体积三季帐的 2 倍左右，只有单层高山帐重量较轻，但也很少低于 2 公斤。在高海拔大风地带，登山者们经常会在高山帐外面包一层防风网，用雪锥在周围固定，并在营地周围堆砌雪墙，尽可能提高帐篷的防风性。三季帐也可以用相同的方法提高防风性，不过效果往往不如高山帐那么理想。如果你追求轻量化的话，可以用更结实的 DAC 加固铝杆或 Fibraplex 碳纤维帐杆代替普通三季帐的帐杆，让三季帐达到接近高山帐的强度和防风性。我自己已经很多年没有使用过高山帐了，而是用升级过帐杆的三季帐替代。当然，如果有条件的话，还可以选择以下更好的解决方案——挖掘雪洞或搭建雪屋。

雪洞

冬季本来就昼短夜长，而在冬季搭建帐篷或是修建其他的掩蔽场所，又要比其他季节花费更多的时间和精力。你需要寻找安全避风的营址，让帐篷背对风向，用雪锥和雪锚固定所有的防风绳，有些时候甚至还要在营地周围堆砌雪墙，起到挡风的作用。雪墙离帐篷要有一定的距离，否则在堆砌过程中很容易不小心绊到防风绳，这也意味着雪墙必须具有足够的高度——要想有效发挥挡风作用的话，其高度应与到帐篷边缘的距离相当。降雪之后，要及时清除帐篷周围的积雪，否则帐篷的透气性就会严重下降，导致结霜更加严重，而且在帐内生火很有可能导致缺氧。

如果你有足够的时间，并且雪况合适，最理想的宿营场所莫过于温暖、安静、抗风性极强的雪洞和雪屋。让我们先从雪洞说起。在过去，登山者通常会先在雪坡较低处挖一个洞



在雪洞周围做好醒目的标记，以免其他登山者踩穿洞顶；洞内常备一把雪铲

挖掘雪洞

口，然后再扩大雪洞的内部空间，把挖出的雪块从两腿之间抛出洞外，但是这样几乎必然会搞得全身透湿。最好的办法是先挖一条T形或倒置L形的横槽作为通道，然后扩大内部空间，挖出的雪块直接通过横槽推出洞外，等到有了足够的内部空间之后，再用雪块把横槽上半部分开口堵上。选择雪洞位置时要注意避开雪崩区域，并在周围做好醒目的标记，以免其他登山者踩穿洞顶掉进去。洞内要常备一把雪铲，方便随时修整内壁，并且紧急时可以挖开洞顶逃生。雪洞需要足够深的雪，开始挖掘之前最好用登山杖测试一下，如果雪不够深，就不要枉费努力。有些教科书会建议你先堆一个足够大的雪堆，然后再在中间挖掘雪洞，但是在绝大多数情况下，堆出的雪堆会迅速硬化，让你几乎完全无法挖掘。无论你怎样挖掘雪洞，都免不了要把衣服和手套弄湿，事先要为此做好准备。

雪屋

搭建爱斯基摩式的雪屋（Igloo）比挖掘雪洞更加费时费力，对雪况的要求更高，并且需要一定的搭建经验——不过，这一切都已经是过去式了。科罗拉多州的 Grand Shelters 公司发明了一种叫做 IceBox 的雪屋搭建工具，其结构非常简单，只有一个可折叠的斜方形雪砖模具、一根长度可调的铝杆和一根地钉。搭建雪屋时，只需要选好合适的地点，打好地钉，调整好铝杆的长度，然后用模具压制一块块雪砖，同时将铝杆绕地钉旋转，将压好的雪砖按螺旋形堆垒起来就可以了。IceBox 适用于绝大多数雪况，包括粉末状的糖雪、初春的松雪、冰封湖面上的薄雪，甚至你家后院地上的积雪。整个过程中你都不会弄湿衣服，并且在较大的风中仍能顺利操作。我与搭档配合时，通常只要两个小时就能搭建出一间舒适的雪屋，并不比平整营地、搭建帐篷、固定防风绳、堆砌雪墙的时间长多少。此外，一旦帐篷下的雪开始融



用IceBox搭建雪屋

化，你就只能睡在坑坑洼洼的雪面上，而在雪屋里，你随时都可以用雪铲平整地面。

如果你仍然觉得搭建雪屋需要花费太长的时间，不妨这样想：拆帐篷往往需要花比搭帐篷更长的时间，并且因为帐篷里结满了霜，所以重量会比刚搭起来的时候重得多；而你在离开雪屋的时候则什么都不用做，只要确保没有落下装备就好了。在雪屋里，你可以站直身体，可以摆出各种各样的姿势，这可是帐篷里绝对享受不到的奢侈。雪屋的保暖性也比帐篷要好得多，无论外面的温度有多低，里面的空气都能长期保持在0℃以上，所以你可以选择更轻更薄的睡袋。化雪烧水时，你甚至会热得把外衣和手套脱下来。整个雪屋只需要一盏营地灯或 LED 头灯提供照明，并且你可以把 IceBox 套件中的铝杆横插在墙上作为晾衣竿。

无论外面是狂风大作，还是漫天飞雪，雪屋里都是一如既往的温暖安静。雪屋的承受力比帐篷大得多，因为压制出来的雪砖会自动冻硬，搭好的雪屋通常很快就能承受你身体的重量，并且整个冬天都不会倒塌。IceBox 工具不仅价格便宜，而且重量比一顶高山帐要轻得多，并且搭建出来的雪屋比高山帐更宽敞，最多可以容纳四个人。总之，只要你有足够的时间，用 IceBox 搭建雪屋就是最好的选择。

睡眠系统

我不会在这里详细讨论睡袋的设计和制造工艺，只会列出一些基本的选择原则。你的基本目标是要选择一条足够暖和、足够舒适的睡袋，在此基础上尽量追求轻量化。睡袋的重量很容易计算，但是暖和与舒适的程度主要是个人感觉。市面上的睡袋款式非常多，要做出合适的选择，你需要考虑以下几个方面。

蓬松度

睡袋的保暖性能主要取决于保暖填充材料的蓬松度，也就是每单位填充材料（羽绒、Primaloft、Polarguard，以及其他高科技合成材料）能够包容的静态空气体积。大部分保暖填充材料都位于睡袋正面，因为背面会受到体重的压迫，即使再好的材料也无法维持蓬松。一些款式的睡袋在膝盖以下部位几乎没有任何填充材料，必须要配合垫子和背包来保暖，但是重量也要轻一些。一些羽绒睡袋允许羽绒在睡袋正面和背面之间来回移动，天冷时可以把大部分羽绒转移到正面，天热时再把羽绒转移回背面，这样的睡袋通常只适合不太寒冷的环境。无论是羽绒还是合成材料，都会因为正常使用而丧失一部分蓬松度。对于采用合成填充材料的睡袋，千万不要用压缩袋强行收缩，这样会严重缩短填充材料的寿命。

开口设计

如果睡袋内外的空气发生对流，就会导致热量散失，为了避免这一点，几乎所有睡袋都在开口处设计了挡风结构。睡袋的拉链长度越短，保暖性能就越好，进出睡袋则越不方便。颈部和兜帽边缘处的拉绳设计，可以缩小睡袋开口，提高保暖性能。外界温度在0℃以上时，没有兜帽的睡袋可以勉强使用，但你睡觉时最好戴上帽子，或是把保暖外套的兜帽拆下来戴在头上。如果外界温度在0℃以下，睡袋兜帽就必不可少，因为头颈部是人体最主要的散热部位。

容积

同样厚度的睡袋，容积越大，你的活动空间就越大，所以也就越舒适；另一方面，更大的容积不仅意味着更大的重量，而且会导致保暖性更差，因为睡袋与身体之间存在更多的空气，当你活动身体时，这些空气就会形成对流，导致热量流失。睡袋越厚，容积的影响就越明显，所以轻量化的低温标睡袋几乎无一例外采用紧身设计，也就是所谓的“木乃伊式”风格（Mummy Style），套在身上的感觉就跟被层层包裹的木乃伊一样。木乃伊式睡袋的容积可以通过肩部和脚部的宽度来判断。“信封式”（Semi-Rectangular）的睡袋则更加宽松舒适，但是适宜温标通常不会低于零下几度，并且也更重。当然，由于信封式睡袋具有较大的容积，你可以穿着保暖外套钻进去，在提高总体保暖性的同时，又不会感到太过局促。

面料

理想的睡袋面料应该尽可能轻而薄（羽绒睡袋要避免漏绒，所以面料不能太薄），透湿性好，同时透气性又很低，这样既不容易导致填充材料沾湿，又能减少空气对流导致的热量流失。目前最轻的睡袋面料，每平方米重量还不到40克。由于透湿性较差，Gore-Tex早已不再用于睡袋面料，取而代之的是Gore DryLoft。DryLoft的防水性不如Gore-Tex（因为缝线结构的关系，睡袋特别是羽绒睡袋几乎不可能做到完全防水），保暖性也要差一些（因为透气性较高的缘故），但是透湿性较好。你的身体每天24小时会不间断地散发出水汽，在夜间，水汽会进入睡袋的保暖层，并在温度梯度的推动下朝外散发。如果温度低到凝结点以下，水汽就会在睡袋内部凝结成水

珠，沾湿填充材料。如果温度再低一些，睡袋内部甚至会直接结冰。进行长时间的攀登时，你很可能没有机会把睡袋晒干，于是随着时间一天天过去，睡袋内部越来越湿，保暖性越来越差。这种现象在羽绒睡袋上表现得尤为明显。DryLoft、Pertex Quantum 等面料因为要兼顾防水性，所以透湿性相对较差，在寒冷环境下的内部凝水问题尤其严重。要解决这一问题，就需要使用透湿性更好的面料，但是这样的面料通常透气性也较高，所以保暖性相对会差一些。

温标

用于春夏秋三季攀登的睡袋，舒适温标通常在 5℃左右。睡袋的正面厚度最好在 5 厘米以上，脚部可以再厚一些，重量则最好不超过 1 公斤，对于采用合成填充材料的睡袋，重量标准可以稍稍放宽一些。如果环境温度在零下几度，你可能需要穿着保暖外套钻进睡袋，才能保持温暖。一些生产商提供轻量化的三季睡袋，但是“每减少 1 克多花 3 ~ 5 块钱”的法则仍然适用。环境温度在 2℃左右时，你只需要穿一层保暖内衣，就可以在这样的睡袋里睡得很舒服。目前，许多温标在 -7℃左右的睡袋，包括一些采用合成填充材料的睡袋，重量都可以控制在 1 公斤以内。如果你穿着保暖外套钻进睡袋的话，在 -10℃以下的环境中都可以用这样的睡袋过夜。那些追求极限轻量化的人，甚至可以选择温标在 -7℃左右，自重在 500 克以内的睡袋，并且用不着掏太多的钱——当然这样的睡袋往往没有拉链，没有兜帽，背面没有填充材料，甚至根本就没有背面，并且在绝大多数装备店都买不到。

垫子

垫子是整个睡眠系统的关键部分之一，因为睡袋背面需要承受你的体重，填充材料很难起到保暖作用，所以垫子是你的身体与地面之

EN13537——新的睡袋标准

在过去，睡袋的温标判断主要基于仪器和人工双重测试，不同厂商的测试标准差别很大。2002 年，欧洲标准化委员会（CEN）推出了 EN13537 号欧洲标准，用来规范睡袋的一系列性能参数，包括温标的计算方法。自 2005 年起，所有销往欧洲的睡袋都必须采用 EN13537 标准。

EN13537 标准主要涵盖了四个方面：睡袋类产品的基本要求、内部尺寸、厚度和压缩后的体积大小。温标属于基本要求的范畴，具体又分为以下四项。（1）上限温标（Upper Limit）是指标准男性可以在睡袋中舒适入睡，不至于出汗的最高周围温度。其中“标准男性”是指身高 1.73 米、体重 70 公斤、年龄 25 岁的男性。（2）舒适温标（Comfort Limit），是指标准女性可以在睡袋中舒适入睡，不至于感到寒冷的最低周围温度。其中“标准女性”是指身高 1.60 米、体重 60 公斤、年龄 25 岁的女性。（3）下限温标（Lower Limit）是指标准男性可以在睡袋中舒适入睡，不至于感到寒冷的最低周围温度。（4）极限温标（Extreme Rating）则是指标准女性可以在睡袋中坚持 6 个小时，不至于失温的最低周围温度。这里的“周围温度”指的是睡袋外的气温。低于 -24℃的温标值很可能并不准确，因为在实际情况下，睡袋的使用者往往不会采用与测试时相同的着装方式和垫子。

按照 EN13537 标准，欧洲的睡袋厂商通常要把产品的舒适温标调高 5℃左右，而美国厂商则有可能需要把产品舒适温标调高 10℃之多。除此之外，温标测试不仅价格昂贵，而且必须对每一款睡袋的每个尺码单独进行测试，所以 EN13537 标准对某些厂商可谓是不小的打击。对于消费者来说，EN13537 的好处在于可以提供更符合实际情况的温标数据，坏处则是有可能导致市面上的睡袋款式和可选的尺码种类减少。

间唯一的热量屏障。垫子的保温原理与睡袋一样，都是通过包容一定体积的静态空气来达到保温效果。追求轻量化的户外徒步者可能会选择长度仅到臀部的薄泡沫垫，但是对于登山者来说，这样的垫子实在不具备足够的保暖能力。如果你有可能在雪地上使用露营袋或简易帐篷宿营，就不要选择蛋巢结构的防潮垫，因为蛋巢垫不仅太薄，而且凹陷处很容易吸附雪和冰。折叠式的蛋巢垫在雪地上几乎起不到任何保暖作用。也不要选择将开放室发泡材料暴露在表面的垫子，因为开放室发泡材料非常容易吸水。目前适合登山的只有两类垫子：自充气垫和封闭室发泡垫。

计算垫子的热阻值

如果你对房屋装修有所了解，就应该知道保温材料热阻值（R 值）的概念。防潮垫的保温性能也可以用 R 值来表示。如果要直接把垫子铺在雪地上露营，垫子的 R 值至少应为 3，否则垫子下面的雪就会开始融化。所有的自充气垫都采用开放室发泡材料填充，按照填充物的形态又可分为两类：采用完整大块填料的自充气垫，以及采用中空或多孔填料的自充气垫，后者的重量通常更轻一些，但是 R 值相对较低。Cascade Designs 出品的超轻自充气垫，厚度约为 2.5 厘米，R 值仅有 2.3，所以不适合冬季或极高海拔登山。填料厚度达到 3.8 厘米时，第一类自充气垫的 R 值可以达到 3.8，第二类自充气垫则只有 3.2 左右。注意，厂商提供的 R 值数据都是指气垫充满气的状态，如果气垫未能完全充满，R 值就会低于标称值。如果采用封闭室发泡材料作为填料，32 毫米厚的垫子就可以达到 4.2 的 R 值，但是重量也更重，并且舒适性会有所下降。

相比之下，1.5 厘米厚的封闭室发泡垫，R 值约为 2.2 左右。我自己的感觉是，在 R 值相同的情况下，发泡垫比自充气垫要暖和一些，或许这是因为后者通常很难充满气的缘故。另一方面，如果地面不够平坦的话，发泡垫明显没有自充气垫舒服，所以我通常还是会使用后者。在极端寒冷环境下，可以用 3/4 身长的自充气垫配合全身长的封闭室发泡垫使用，达到最佳的保暖效果和舒适性。

不同款式垫子的面积和厚度不同，所以直接比较重量并没有什么意义。在 R 值相同、面积相同的情况下，发泡垫和轻型自充气垫的重量通常差不多，后者的价格更昂贵，而且容易破损，但是打包体积要远小于前者。你可以对发泡垫进行裁剪，去掉用不到的多余部分，减少总的体积和重量。常见的发泡材料有两种：一种是蓝色的 Ensolite，EVA 含量约为 9%；另一种是黄色的 Evazote，EVA 含量约为 18%。后者的厚度通常更大，更加耐磨，并且弹性受低温的影响相对较小。

如果需要在极限环境下进行攀登，最好选择发泡垫，因为自充气垫一旦破损漏气，就会丧失绝大部分保暖性。发泡垫的问题是在低温下会丧失大部分弹性，并且摊开时很容易被风吹走。要解决前一个问题，可以把垫子裁剪到合适的大小，然后装在背包内部，而不是作为外挂打在外面。要解决后一个问题，可以在垫子一角钻一个洞，穿进一根辅绳，然后用胶带加固洞的边缘，将垫子铺开之前把辅绳固定住即可。

提高保暖性

睡眠系统的总体保暖性是由很多因素共同决定的，包括睡袋本身的温标、周围的风力、保暖填充材料的潮湿程度、垫子的热阻值、睡眠者的着装情况等。假设你已经选择了一处避风的营地，位置不在狭窄的山谷底部，也不在大片粒雪盆的下方。下一步就是尽量避免睡袋表面发生任何空气流动，以免造成热量流失。如果你使用露营袋而不是帐篷，就要特别注意露营袋内层凝水或结霜的问题，如果起床时发现露营袋内侧有水珠或冰霜，尽快把睡袋抽出

来，然后把露营袋抖干。无论你怎样小心，进行较长时间的攀登时，睡袋保暖层迟早会湿，除非你能经常把睡袋铺开晒干。尽量选择透湿性更好的露营袋和睡袋面料，例如经过 EPIC 处理的防撕尼龙布、Pertex Microlight 等。即使是轻量化的薄露营袋也能大大提高睡袋的保暖性，所以在用帐篷宿营时，你也可以在睡袋外面加一层露营袋，这样就可以携带更轻的睡袋，减轻总体重量。选择较厚的自充气垫，使用前尽量充满气，也可以提高总体保暖性。睡袋温标测试使用的垫子，通常比登山用的垫子要厚得多。

容积比较小的睡袋通常会比较暖和，但是会限制活动空间。如果你使用了比较宽敞的睡袋，最好把备用衣物、袜子和手套都塞进睡袋里，这样对舒适性的影响不大，又可以提高保暖性。单位重量的保暖内衣能提供两倍于睡袋填充材料的保暖性能，因为内衣更加贴身，能够直接阻止皮肤表面发生对流散热。你也可以使用完全防水的睡袋内胆达到类似的效果，但是会增加额外的重量。内衣（或防水睡袋内胆）也可以避免皮肤表面的油脂、盐分、汗液、防晒霜和驱虫剂弄脏睡袋内衬。专门带一双干袜子，最好是又厚又宽松的那种，每天临睡前换上，让你的双脚在夜间保持干爽，这样可以极大提高舒适程度。在极其寒冷的环境下，可以戴着薄手套和套头帽，穿着保暖外套入睡，或是把保暖外套铺在睡袋表面上，让它 24 小时都能发挥最大的作用。

还有一种方式可以在不增加任何重量的情况下提高保暖性：把你的睡袋跟你搭档的睡袋连接在一起。即使你们两人的睡袋是不同的款式，拉链通常也能够配套，前提是拉链位置一左一右。由于大多数睡袋都采用拉链在右边的结构，如果你买一条拉链在左边的，就更容易与别人的睡袋相连接。当然，大多数登山者并不会这么做，但在紧急情况下，这样确实非常有效。

你可以在临睡前用瓶子装一瓶温水放进睡袋里，但如果使用水袋就不行，以免翻身时把水袋压破。无论如何，临睡前都要尽量让身体处于温暖状态，这样比较容易入睡。避免冻醒的最好办法则是在晚饭时多摄入一些脂肪，并且饭后尽快钻进睡袋。你可以在主食中倒入一些橄榄油，增加脂肪的摄入量。脂肪有助于身体在睡眠过程中持续产热。充足的饮水也有所帮助。如果你饭后迟迟不睡，血液循环就会向腹部集中，胰岛素水平也会有所上升，这样你在夜间就很容易冻醒。

准备一个宽口饮料瓶作为尿壶，这样你在饮水时不会有后顾之忧。不要把你的尿壶跟你搭档的弄混。如果你不介意，可以把装满的尿壶留在睡袋里，起到热水袋的作用。

防水内胆

温度低于 −20℃时，最好在睡袋里套一层完全防水的内胆（Vapor Barrier Liner），特别是在你使用羽绒睡袋的时候。防水睡袋内胆通常用完全防水而不透气的材料制成，可以让你的体感温度升高 7 ～ 8℃。用涂硅尼龙制造的防水睡袋内胆，即使内部空间很宽敞，重量也不会超过 100 克——在极度寒冷的环境下，如果不使用防水内胆的话，睡袋每天晚上因为汗汽冷凝而吸收的水分就不止这么多。防水内胆主要通过两种方式起到保温作用。第一，防水内胆会减少你的排汗量，从而减少汗水蒸发带走的热量。人体处于静息状态时，如果皮肤表面空气的相对湿度达到 80% 左右，就会完全停止汗水分泌，所以在防水内胆里，你并不会满身大汗，只会感觉到一点点潮意。第二，防水内胆可以避免睡袋因为水汽凝结而丧失保温性。攀登天数越多，这一点就越重要。有些人无法习惯防水内胆的感觉，这样他们就只能选择重量较大的合成填料睡袋，并且睡袋每天都会因为吸水而变得更重。不要把内衣以外的衣物穿进防水内胆，因为你反正也无法用体温

把衣物烘干，当然这也没关系，因为如果你不使用防水内胆，直接穿着外衣钻进睡袋的话，只会导致衣物中的水分蒸发之后再重新凝结在睡袋里。当你翻身时，如果外界的空气渗进防水内胆，你会感到非常冷，所以最好穿着较薄的保暖内衣入睡，这样可以减少感觉到冷的时间。起床时，先把防水内胆褪到脚踝之下，稍等一段时间再拉开睡袋。你也可以在冲顶时随身携带用涂硅尼龙制造的防水睡袋内胆，紧急时当作露营袋使用。铝膜保温毯远不如涂硅尼龙结实，并且所谓的“反射红外线保温作用”几乎可以忽略不计。

湿衣服的烘干

湿衣服究竟应该穿进睡袋烘干，还是盖在睡袋上晾干？如果你使用羽绒睡袋的话，把湿衣服穿进睡袋烘干，很可能会把睡袋保暖层弄湿，所以最好不要这样做。湿手套是一个例外，尽管湿手套经常含有大量的水分，但是如果不烘干的话，你第二天攀登时就会非常痛苦。如果你使用合成材料填充的睡袋和保暖外套，那就不妨把外套穿进睡袋，即使睡袋保暖层吸收一些水分，对保暖性的影响也没有那么大。把湿衣服和内靴放进睡袋时，最好能单独装在用透湿性良好的材料制成的收整袋里，这样不会弄脏睡袋内衬。如果你有把衣物、内靴、水壶和尿壶一股脑放进睡袋的习惯，最好选择一个容积稍大一些的睡袋。

我自己的选择

春夏秋三季进行时间较短的攀登时，我通常会使用一条舒适温标 −5℃的信封式羽绒睡袋，这样的睡袋尽管比同等温标的木乃伊式睡袋要重，但是内部空间宽敞，并且可以通过调整羽绒的分布位置来适应外界温度的变化。气温在零上时，我可以把睡袋当被子盖。气温在 −15℃左右时，我会穿着保暖外套钻进睡袋，把所有没穿在身上的衣物都放进睡袋里，包裹在膝盖周围。因为睡袋的容积很大，这样并不会影响我翻身。我平时使用一条自重不到 300 克的露营袋，如果天气较冷或是有可能发生雨雪，我就带上一顶单人帐篷。冬季最寒冷的时候，我会建造雪屋，在里面使用睡袋和露营袋。因为使用羽绒睡袋，所以我每天起床时，都会迅速把睡袋抽出露营袋，然后把露营袋里的冰霜抖掉。

冬季登山时，如果行程较为紧迫，我会使用一条舒适温标 −20℃的合成材料睡袋，因为白天的时间都要用于攀登，没有机会晾干睡袋，所以只有合成材料睡袋才能胜任。在极度寒冷环境下，我会带上一条温标更低的木乃伊式羽绒睡袋，配合防水内胆和露营袋使用。我已经适应了睡在防水内胆中的感觉。

睡袋的清洗

今天的大部分睡袋面料都具有一定的防水性，或是经过抗水处理，所以清洗睡袋并不是一件容易的事。无论是羽绒睡袋还是合成材料睡袋，都应该泡在浴盆中手洗，尽量不要机洗，以免影响填充材料的蓬松度。这一点对轻量化羽绒睡袋特别重要，因为轻量化羽绒睡袋的内衬往往特别脆弱。用极少量的肥皂或中性洗涤剂清洗睡袋，多进行几次彻底的漂洗，不要让洗涤剂残留在睡袋里。绝不要使用衣物柔顺剂或洗涤添加剂。睡袋可以晾干或是甩干，不要用烘干机烘干。在睡袋彻底甩干或晾干之前，用拨水喷剂均匀喷洒面料表面，然后置于温暖环境中阴干，让拨水喷剂充分与纤维结合。

早起出发

凌晨时分是一天之中气温最低的时间段，你最有可能在这时冻醒或是被尿憋醒。如果你醒过来，不妨把这当成是身体催你早起出发的信号，戴上头灯，准备拔营出发。如果你登山的目的只是为了追求闲适和享受，那

还不如参加简单的户外徒步露营活动，用不着到高山上来。

燃料和炉具

市场上的户外炉具种类非常繁多，许多款式都适合登山者使用。炉具可以按燃料类型分为以下几大类。

燃料类型

白汽油

白汽油（White Gas Fuel）是美国最常见的户外炉具燃料，其成分约为60%的己烷、40%的庚烷。不要用汽油（无论是含铅还是无铅的）或矿物溶剂作为白汽油炉的燃料，除非炉具说明书允许你这样做。许多油炉都允许使用多种燃料。专用于户外炉具的白汽油通常含有少量的稳定剂和防锈剂，并且经过滤除去杂质，以免炉管堵塞。白汽油的燃点比汽油略低一些，所以预热更容易，使用起来更安全。目前，白汽油只有在美国、英国和南美一些地区比较容易买到。每克白汽油完全燃烧产生的热量约为10.2千卡（42.7千焦）。

煤油

煤油（Kerosene）的成分以癸烷为主，燃点比白汽油高，不易引燃，所以较为安全，但是炉具的预热需要用到其他燃料，如酒精、丙酮、白汽油、凝固汽油等。如果用酒精作为预热剂的话，最好使用无水乙醇或工业酒精，不要用异丙醇。预热时应小心，酒精燃烧的火焰几乎是完全透明的。煤油炉在预热不充分时会产生黄色的火苗和大量黑烟，如果出现这样的情况，立即关闭火源，让炉头充分冷却，然后再重新预热。煤油在世界各地都很容易买到，但是要注意纯度，含有杂质的煤油很容易堵塞炉管。普通的煤油有臭味，燃烧会冒烟，航空煤油（涡轮发动机的常用燃料）则呈无色透明状，几乎没有气味。每克煤油完全燃烧产生的热量约为10.1千卡（42.3千焦）。

液化石油气

用于户外炉具燃料的液化石油气（Liquefied Petroleum Gas，简称LP gas）成分通常以丁烷、异丁烷和丙烷为主，配比因厂商而异，通过一次性的压缩气罐来维持液化状态。在1标准大气压下，正丁烷的沸点约为-1℃，异丁烷为-12℃，丙烷则为-42℃，所以用于高寒环境的气罐往往含有较多的异丁烷和丙烷。每克丁烷完全燃烧产生的热量为11.8千卡（49.4千焦），丙烷为12.0千卡（50.2千焦）。在过去，气罐和炉头的连接方式曾经有许多种，但是目前基本采用统一规格的林氏气阀（Lindahl Valve），气罐与炉头拧在一起时自动接通，拧开时气罐自动封闭。平时常见的“扁罐”都采用这种连接方式。气罐与其他户外炉具燃料一样，都不能带上飞机。

酒精

酒精（Alcohol）是乙醇和其他一些醇类物质的统称。甲醇和乙醇都可用作超轻量化炉具的燃料。酒精分子式中有氧原子，所以燃烧值比烃类燃料要低得多，每克乙醇完全燃烧只能产生6.3千卡（26.4千焦）的热量，甲醇的燃烧值还要低一些。由于燃烧值和炉具的热效率都比较低，单位重量酒精能达到的实际加热效果只有白汽油和液化石油气的1/4～1/3，并且酒精炉在海拔3000米以上基本无法正常工作，所以并不适合登山。如果用酒精作为煤油炉的预热剂，要注意酒精燃烧的火焰几乎是无色透明的，不要烫伤手指或是引发火灾。不要用异丙醇作为炉具燃料（擦拭身体用的酒精含有70%的异丙醇），否则会产生较多的黑烟。

其他燃料

MSR XGK、Brunton Optimus Nova、Primus Himalayans 等炉具几乎可以使用任何液态燃料，包括白汽油、煤油、汽油、航空煤油、柴油、菜子油、打火机油等，如果配上合适的转接头，还可以使用液化石油气。这一类炉具通常被称为万用油炉。在较为偏远的国家和地区，万用油炉可以解决寻找燃料的问题。

超轻量化的 Esbit 折叠炉头通常使用固态的六亚甲基四胺（Hexamine）燃料块，这种燃料的特点是保存方便，适合在帐篷内使用，不受海拔影响，并且本身并不会爆炸，尽管它常被作为塑性炸药的起爆剂。如果你不需要烧太多的开水，不妨考虑采用这种燃料减轻重量。插图中是我自己制作的六亚甲基四胺炉具，完全用五金店购买的铝片制成，其中的炉头部分是一个 5 厘米见方的无底铝盒，挡风板下部的通气孔则用纸板打孔器穿制。使用时，将燃料放在作为炉头的铝盒上引燃即可。携带时将挡风板卷在右侧所示的敞口饭盒外部，炉头、燃料和喝水用的塑料杯放在饭盒内。在美国，15 克 Esbit 燃料块的价格只有 50 美分，不需要化雪时，半块燃料块就可以烧开两饭盒水，一整块燃料块足够整顿晚饭之需。自制炉头和挡风板总重 22 克。



使用Esbit燃料块的自制炉头，以及配套的挡风板和钛合金饭盒

燃料和炉具的等效性

所有烷烃类燃料的单位重量燃烧值都差不多，并没有哪种燃料能产生特别多的热量，所以也没有哪种炉具燃料具有特别的优越性。不同的炉具之所以具有不同的功率，是因为燃料的消耗速度不同，功率越大的炉具，消耗燃料就越快。通常情况下，油炉的极限输出功率约为 3 千瓦左右，之所以有这样的极限，是因为单位时间内能够受热汽化的燃料总量有限。气炉则没有这样的限制，可以达到更高的输出功率，但是燃气的消耗速度也更快。炉具厂商通常会把“燃料消耗速度”和“输出功率”（煮沸一锅水的时间）分开计算，但是二者其实是一回事：燃料消耗速度越快，炉具的输出功率自然就越大，煮沸一锅水的时间也就越短。选购炉具时，不要轻易被厂商的宣传伎俩所误导，尽量自己对炉具进行测试，或是参考别人的实际使用报告。

炉具的实际效率

单按燃烧值计算，100 克白汽油或液化气燃料可以将 10 升以上的水从 0℃ 加热到 100℃，但是实际上这是不可能的。炉具的热利用率不可能达到 100%，因为燃料燃烧所产生的热必然会有损耗，不可能完全被锅里的水吸收。要想节省燃料，缩短煮沸每一锅水的时间，就要尽可能提高炉具的效率。影响效率的最主要因素是风力，在室外使用同样的炉具和燃料烧水时，刮风与不刮风的情况下，煮沸时间和燃料消耗量可相差 3 倍之多。如果你的炉头没有挡风板的话，你可以自己用铝片制作一副，用来提高炉头的效率。在炉头下面垫一层能够反射热量的挡板，可以进一步提高效率，减少 25% 左右的燃料消耗。需要注意的是，使用直接拧在气罐上的轻型液化气炉时，一定不要添加挡风板，以免气罐受热发生爆炸。

尽量使用黑色或深色的锅，因为黑色能够最有效地吸收热量。烧水时把锅盖盖上，也有助于提高效率。MSR、Backpackers Pantry、

GSI 等厂商都提供黑色的套锅款式，你也可以自己用耐热喷漆把锅喷成黑色。户外套锅的材料通常不外乎铝、不锈钢和钛合金三种，这三种材料的传热速度相差不多，在其他方面则各有各的优势：不锈钢容易清洗，钛合金重量轻，铝锅传热均匀，如果具有不粘涂层的话，也比较容易清洗。所谓“使用铝锅会引发老年痴呆症”的说法，早在 30 年前就已经被辟谣了。注意不要让不粘涂层过热，尤其是在化雪烧水的时候，否则会产生有害物质。

如果使用油炉的话，要经常维持燃料管道的清洁，避免堵塞。在寒冷环境下，最好把燃料瓶塞在护套或备用袜子里。炉头可以放在雪铲上，这样下面的冰雪不容易吸热融化。炉头在满功率工作时效率通常会降低，所以如果不是很着急，最好不要把炉头开到最大功率。改变你的饮食结构，尽量减少烹煮环节，也可以达到节省燃料的目的。

油炉

在美国，专门用作户外炉具燃料的白汽油很容易买到，所以白汽油炉是最常见的油炉。使用油炉时，需要先给燃料瓶打气加压，然后稍微拧开炉头开关，让少量燃料渗进炉头中，然后点燃这部分燃料，对炉头进行预热，等到炉管温度足以使燃料汽化时，再把火焰调大。如果预热不成功，炉头可能会喷出未经汽化的燃料，瞬间蹿出很高的火苗，所以油炉不适合在帐篷内使用。预热过程不仅会消耗燃料，还会因燃料不完全燃烧而形成黑烟，让炉头表面覆盖上一层黑炭。Optimus Nova 炉头具有预热速度快，在寒冷环境下和火头较低时表现较好，不必关火即可清理等优点。

即使因为天气原因，你不得不在帐篷门厅里烧水，也要在外面完成整个预热过程，并且敞开帐篷门，这样万一炉头蹿出火苗，你可以迅速把它扔到外面去。如果只能在帐篷内烧水，一定要尽量改善通风，以免燃料不完全燃烧，产生黑烟和一氧化碳。在极高海拔和寒冷环境下，你必须经常给燃料瓶打气，以免压力不足。

气炉

气炉的结构比油炉简单，使用起来更方便，无需预热，无需经常维护，并且不会产生黑烟。一些人认为气炉的效率比油炉低，这或许是因为他们使用的是直接拧在气罐上的轻型气炉，不适合与挡风板搭配使用。采用分体式结构的气炉，炉头通过炉管与气罐连接，尽管自重比轻型气炉要大一些，但是因为可以使用挡风板，所以比较节约燃料，更适合较长时间的攀登。在美国，气罐的价格相当于白汽油的 30 倍，但是燃料成本占登山总开销的比重非常低，所以这并不是什么问题。如果你使用拧在气罐上的轻型气炉，最好用塑料支架提高气罐的稳定性，Primus、Jetboil 等厂商都提供这样的支架。

前面已经提到过，正丁烷的沸点约为 −1℃，异丁烷的沸点约为 −12℃，所以在寒冷环境下，丁烷气罐会遇到液化燃气无法充分汽化的问题，导致输出功率下降。气罐无法像油炉的燃料瓶那样靠手动打气加压，所以随着燃料的消耗，气罐内的压力会逐渐降低，导致输出功率进一步下降。此外，汽化过程需要吸热，所以随着燃料的消耗，气罐表面会结霜，内部的燃料也会逐渐冷却。由于所有这些原因，在寒冷环境下，一般的气炉很难维持正常的输出功率。在高海拔地区，由于气压较低，液化石油气的沸点会下降，所以气炉在高海拔的表现比低海拔更好。正丁烷的沸点在海拔 3000 米处降至 −11℃，在海拔 7000 米处降至 −19℃，但是仍然有燃料汽化吸热导致气罐冷却的问题。

这一问题有很多种解决方法。最简单的方法是对气罐进行预热，例如把气罐揣在怀里或睡袋里，或是浸泡在热水里，两个气罐轮流使

用，轮流预热。这种做法非常麻烦，并且效果并不总是很好。不要把气罐裹在保温材料里，否则只会让冷却作用表现得更加明显。如果你习惯在帐篷里或是门厅里烧水煮饭，气罐的冷却可能并不是什么问题，因为帐篷内温度很快就会升高，你只需要让气罐与地面之间隔热就可以了。在极度寒冷的环境下，你也可以使用自制的气罐加热器，通常的做法是把粗铜丝砸扁，一端伸到炉头的火焰中，另一端在气罐上绕几圈。加热效果不必太好，只要能让气罐温度保持在零上就可以了，如果气罐摸起来有些烫手，就说明加热得过分了，需要减少铜丝和火焰的接触面积。尽管许多登山者都会这样做，但是所有的炉具厂商都不敢公开支持这种做法，因为过热的气罐可能会爆炸，或是导致炉头失控，瞬间喷发出很高的火焰。

另一种常见的解决方法是在燃料中掺入丙烷，因为丙烷在海平面处的沸点为 -42℃，所以不会有汽化问题。那么，为什么不用 100% 的丙烷作为燃料？原因是液化丙烷会产生非常大的压力，目前的气罐设计无法承受。大多数气罐厂商都采用丁烷与丙烷混合的燃料配方，常见的配比有 80% 丁烷 /20% 丙烷、70% 丁烷 /30% 丙烷、70% 丁烷 /10% 异丁烷 /20% 丙烷等几种。这种解决方法并不完美，因为燃料中的丙烷成分会先挥发干净，只剩下沸点较高的丁烷。

在寒冷环境下使用气炉

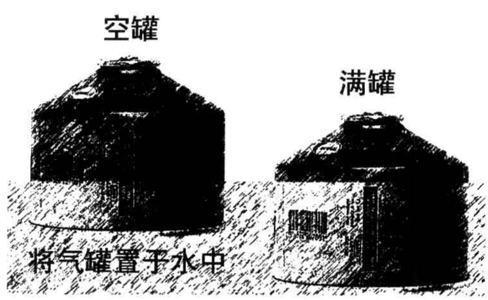
我的建议是：使用炉管从炉头火焰中通过的分体式气炉，几乎所有的炉具厂商都有这样的设计。这样的气炉不仅具有使用方便、无需预热、火头稳定、无烟、无需维护等诸多优势，而且可以与挡风板和底部挡板配合使用，提高热量的利用效率，也就是同时具有气炉和油炉的优势。分体式气炉的支架结构通常更稳定，使用较大的锅时更不容易碰翻。在寒冷环境下使用时，可以把气罐倒置，让少量液态燃料流入炉管，在炉头火焰的加热下汽化。这样做并没有什么危险，不少炉具厂商都推荐这种做法，甚至有一些气炉的设计原理就是在无需倒置气罐的情况下，让液态燃料能够流入炉管并在其中汽化。注意，当你倒置气罐时，炉头的火势会明显变旺，一定要做好准备。在极端寒冷的环境下，如果燃料无法自动汽化，可以把倒置的气罐抬高一点点，让燃料在重力作用下流进炉管。

判断燃料余量

如果你对某一款气罐不是很熟悉，可能无法凭重量准确判断其中的燃料余量，这时不妨利用一下浮力定律。找一个满罐和一个空罐（摇晃时不发出响声）浮在水中，标出二者的水线位置，然后再把任意一个用过的同款气罐浮在水中，就可以根据水线位置精确判断余量。气罐在使用时，如果表面发生结霜现象，也可以根据霜形成的高度判断燃料余量。

功率和适应海拔：气炉胜出

现在，就让我们来比较一下气炉和油炉的优劣。高海拔环境下，气炉的性能比油炉更稳定。在 6500 米以上的极高海拔，油炉几乎无法使用，而气炉仍能正常工作。气炉的最大功率可以达到油炉的 2 倍，并且大功率气炉与普通气炉在结构上并没有太大的区别，好几家厂商都提供这样的气炉。总之，如果你需要大功



利用浮力定律判断气罐中的燃料余量

率的炉具，或是在高海拔地区使用，最好选择气炉。

轻量化：气炉胜出

过去，许多人都认为只有油炉才适合寒冷环境下长时间的攀登活动，气炉在寒冷环境下无法稳定工作。我已经介绍了好几种在寒冷环境下正常使用气炉的方法。让我们再考虑一下炉具的重量。市面上比较轻的分体式气炉，自重为 100 ~ 150 克，而直接拧在气罐上的轻量化气炉则只有 50 ~ 100 克。相同厂商制造的相同功率的油炉，自重会比分体式气炉大一些，150 ~ 200 克。单位重量的液化石油气和白汽油燃料，燃烧值大体相同，所以需要考虑的主要是燃料和容器的重量比。扁气罐的容量通常为 225 克，自重则在 125 克左右，燃料约占总重量的 64%；325 毫升的油炉燃料瓶，实际容纳的燃料约为 250 克，自重约 80 克，加上气泵重量 70 克，燃料约占总重量的 63%，二者的区别并不大。这里还没有计算油炉修理套件的重量，以及预热过程需要耗费的燃料。总的来说，在燃料总消耗量不大的情况下，气炉比油炉更加轻量化。只有在时间较长、需要消耗大量燃料的攀登活动中，油炉才具有一定的轻量化优势。

总之，气炉与油炉相比，几乎在所有方面都具有优势。在绝大多数情况下，对于登山者来说，分体式气炉都是比油炉更好的选择。

必备物品清单

“十项必备物品”（Ten Essentials）最初是由 The Mountaineers 俱乐部在 20 世纪 30 年代提出的概念，把户外活动经常会用到的十种物品列成清单，供户外爱好者参考。今天，清单的内容已经跟 70 多年前大不相同，并且早就没有了统一的标准，每个人都可以按照需要列出自己的必备物品清单。这里列出了我自己的必备物品清单，以供参考。

所谓的“必备物品”是指每次出行都会携带的固定物品，所以并不包括地图，因为不同的区域需要不同的地图。我通常用一个洗漱包携带绝大部分必备物品，洗漱包里面带有可以移除的小包，离开大本营向上攀登时，不带的东西就留在小包里。洗漱包的拉链带有反光条，方便夜间寻找。尽管洗漱包有一定的重量，但是当我需要用到某一件物品时，很容易就能找到。每次出行时，我只需要把洗漱包打进背包里，就可以全无后顾之忧。以下是我的必备物品清单。

救生卡——一张写有我姓名、联系方式和健康状况的防水卡片。

眼镜——因为我有些近视。

细铁丝——长度 1 米、直径 0.5 毫米的细铁丝，可以用来修理大部分装备。

哨子——声音要尽量大。在许多情况下比喊话更方便。

指北针——盖子上装有反光镜，量角器精确度为 2°，但是不具备磁偏角修正功能，在基座上用红色胶带标出磁偏角。

微型 LED 手电——带有单 LED 灯头和开关，挂在洗漱包拉链上，平时用来在黑暗中寻找物品，但因为有开关，不需要用手一直按着，所以在紧急时也可作照明用。

纸——两张防水记录纸，来自一枚快递信封。

铅笔——一小节铅笔，临时做记录用。

耳塞——重量极轻的泡沫耳塞，用来阻挡噪声（搭档的鼾声、风吹帐篷的哗哗声、附近的流水声），提高睡眠质量。

手纸——装在小号封口袋里，同时准备一些更小号的封口袋，用来装用过的手纸。

多用工具——最小号的多用工具，带有钳子、螺丝刀等功能。稍微有些重，但是在修理装备时可以发挥很大的作用。

瑞士军刀——最小号的军刀，我在攀登时

会把它和LED手电穿在一起，用容易崩断的细绳挂在脖子上。Wenger牌的军刀功能更实用，Victorinox外观更漂亮。

牙线——至少1米的牙线，比牙膏和牙刷更轻便，并且可以临时充当捆扎绳。

隐形眼镜护理液——15毫升装，因为我有戴隐形眼镜的习惯。

彩色胶带——用来标记路线、营地等，在冬季最为常用。

丁烷打火机——当我携带炉头时，会在炉头套里装一个打火机，洗漱包中的打火机仅作为备份。

辅绳——至少2米的2毫米辅绳，可以充当鞋带或帐篷防风绳。我也会携带10米的3毫米辅绳，这是因为我经常要带雪崩知识培训班，用10米辅绳可以方便地量出20米的距离。辅绳还可以在有啮齿动物活动的地区用来悬挂食物。

防晒霜——15毫升装，SPF 45。

擦镜布——用来包裹眼镜和擦拭镜片，包括雪镜的镜片。

套头帽——或许是单位重量保暖性能最好的装备，一年四季都有可能使用。

纱布——约60×70厘米见方的棉质纱布，可以用来擦拭雪镜和相机镜头，当作遮阳帽、毛巾或抹布使用，还可以作为绷带包扎伤口。可以用头巾替代，不过要注意选择纯棉材料的头巾。

垃圾袋——选择足够结实的垃圾袋，标准是装1升水不会破裂或渗漏。

驱虫剂（仅春夏秋三季）——蚊叮虫咬不仅很烦，而且有可能散播传染病，所以在有蚊虫活动的地区徒步或登山时应准备驱虫剂。我通常使用3M Ultrathon驱虫剂，其中含有32%的避蚊胺（DEET）成分，有效时间12小时，自己用60毫升的小瓶分装。DEET对人体的毒性基本可以忽略，但作为一种有机溶剂，有可能会损坏指北针、手表和相机的塑料表面。你也可以选择Skeeter Shield驱虫剂，其功效成分为IBI-246，毒性比DEET更低，驱虫效果则更明显。如果要去蚊虫和跳蚤猖獗的地方活动，可以事先用0.5%除虫菊酯喷剂处理帐篷和衣物，有效期长达两周左右。除虫菊酯喷剂不能直接用来喷洒皮肤，因为皮肤分泌的化学物质会导致除虫菊酯丧失驱虫功效。对于蚋（Black Fly），最好使用含有R-326或Rutgers 612的驱虫剂，这两种成分比DEET更有效。不要在晒伤或磨破的皮肤表面喷洒驱虫剂。

此外，女性在参加时间较长的登山活动时，最好用月经杯（Menstrual Cup）代替卫生巾或卫生棉。月经杯不仅方便，而且重量轻，可以反复使用，所以更加环保。

急救包

装备店里销售的“户外急救包”通常功能非常有限，只适合小伤口的包扎，无法处理严重情况。如果你是一个登山者或者户外爱好者，最好花些时间接受野外急救培训，学习基本急救知识和各种伤情的处理方法。我自己的急救包重量约为90克，可以应付大多数情况，甚至有些医疗器材稍嫌多余——但是在攀登过程中受到严重伤害的概率比户外徒步要大得多，并且我接受过全面的野外急救培训，有信心使用这些器材。如果队伍规模较大，我会携带更多的急救用品。对于规模很大的队伍，急救用品最好由几个人分头携带，而不是全部由队医承担。每次出发前都要检查你的急救包，补充消耗掉的药品和器材，检查药品的保质期。以下是我自己的急救包内容清单，仅供参考。

橡胶手套——一双丁腈橡胶薄手套。

医疗记录——一张纸，上面按标准格式列出了每一位患者的相关信息，包括主观信息（患者告诉你的信息）、客观信息（你所掌握的

有关患者的信息）、诊断分析（你对情况的判断）和治疗计划。你会在野外急救培训课上学到每一项的填写方法。

手术刀，镊子，剪刀——选择具备所有这些功能的瑞士军刀，多余部分则可以拆掉，以减轻重量。

无菌纱布——用来清理伤口，如果问题比较严重，还有普通纱布可以拿来使用。

医用胶布——一卷宽度2.5厘米的医用胶布，除包扎伤口外还有多种用途。

Steri-Strip免缝胶带——一包3片，规格2×7.5厘米。也可使用Spenco Self-Healing Cut Closure胶带。

湿式包扎贴（Moist Wound-Care Pads）——2枚中号，4枚大号，用来替代创可贴。有的湿式包扎贴含有氧化银成分，具有抗菌作用。

水泡护垫（Blister Pads）——2枚Spenco水凝胶护垫，用来预防靴子磨脚。

Bioclusive透明敷料——1枚，5×7.5厘米。

Adaptic敷料——1枚，7.5×7.5厘米。

防水绷带胶贴——2枚中号（4×4厘米），2枚大号（5×7.5厘米）。最好使用以海藻胶为主要成分的防水胶贴。

土豆淀粉——一小包（10克左右），可用于快速止血。或许不如QuickClot止血包有效，但是一个QuickClot止血包比我的整个急救包还重。

百多邦（Bactroban）软膏——强效外用抗生素软膏，属处方药。

盐酸洛哌丁胺（Imodium）——抗腹泻药物，可减缓胃肠蠕动。2毫克×4片。

氢可酮（Hydrocodone）——2片，每片另含500毫克对乙酰氨基酚。中等强度的镇痛剂，对一些人较为有效。不适合头部受伤者和高山病患者。

奈普生钠片（Naproxen sodium）——非类固醇类消炎药。220毫克×6片。

西乐葆（Celebrex）——镇痛剂，副作用不明，慎用。200毫克×4片。

盐酸苯海拉明（Benadryl）——抗组胺药物，可用于缓解蜂蜇及虫咬引起的肿痛。25毫克×2片。

聚维酮碘伏——0.5毫升×2小瓶。

聚维酮碘片——4小片，可直接用于消毒。

安全别针——2枚大号。

杀菌软膏——有效成分为苄索氯铵（Benzethonium Chloride）和20%的苯唑卡因（Benzocaine）。价格比百多邦软膏便宜，可用于皮肤消毒及蚊叮虫咬。

女性可准备150毫克氟康唑（Fluconazole）药片，或者含有布康唑（Butoconozole）、克霉唑（Clotrimazole）、咪康唑（Miconazole）或特康唑（Terconazole）等成分的外用软膏，以避免念珠菌感染。

至于担架、绷带、夹板和固定器，则可以临时用背包、登山杖、扁带和其他装备制作。野外急救中基本不可能用到心肺复苏技术，所以我通常不会携带人工呼吸用的隔垫（PPV Barrier）。

非必备物品

传统的“十项必备物品”中，有几项并不算是真正的必备物品，包括但不限于：

地图——每次出行都要专门准备目标区域的地图，所以我不会把地图算进必备物品清单里。

多余的衣物——我从不携带任何“多余”的东西，或许除了饮用水。我通常会按路线上可能的天气和温度情况准备衣物，然后再减少一点点。

胶带——我从不随身携带专门的胶带，因

为医用胶布和铁丝就足够了。普通的胶带既不防水又不耐磨，应用范围非常有限。如果需要的话，可以准备一卷修理橡皮艇和汽车散热器用的防水胶带。

多余的食物——只要有足够的饮水，你不吃东西也可以坚持很多天时间。再说，“多余的”究竟是什么意思？

净水设备——净水片或过滤器，在高山地区没有任何必要。

取火装置——就算两个打火机都弄丢了，我也可以用急救包里的药品点起一堆火来，甚至可以用铅笔钻木取火，所以我不会携带专门的取火装置。再说，在树木生长线，甚至雪线以上，你本来就没有什么东西可烧。

绝大多数登山者会随身携带一台数码相机，如果你拍照的目的只是为了留念的话，不妨换个思路：把相机换成重量更轻的录音笔。跟照片相比，录音更容易勾起你的回忆，让你产生身临其境的感觉。

要想追求轻量化，你就应该把所有不必要的东西都留在家里。究竟哪些东西是不必要的，取决于你的技术、经验、心理素质和临时应变的能力。你的各方面能力越强，需要携带的东西就越少，成功的可能性也就越大。

野炊必备

我每次需要在户外用餐时，总要携带一些必备物品，这些物品通常跟打火机和塑料杯一起放在饭盒内。我没有列出炉具、打火机和燃料，因为我认为在短时间的攀登和徒步活动中，通常没有必要生火煮水，所以并不是每次都用得上这三样东西。

洗手液——15毫升装抗菌洗手液，以及一小块用于擦手的海绵。不要被“不干不净，吃了没病”的说法误导，保持良好的个人卫生是预防肠胃疾病的最好办法。在冬季，我不仅会带上洗手液，还会再加上一小瓶酒精凝胶洗手剂，以达到更好的杀菌效果。

饭盒——圆形敞口钛合金饭盒，带有可折叠的把手，容积约850毫升。我自己用铝片做了一个盒盖，在烧水时当作锅盖使用。

杯子——650毫升塑料杯，或许有点奢侈，但是有两样趁手的容器，烧水做饭就会方便许多。

勺子——钛合金勺子，勺柄掏空成内六角扳状，可用于拆卸炉头。我过去曾用过塑料制成的勺叉混合餐具（Spork），但在弄断一次之后就不再用了。

橄榄油——30毫升左右，用来增加晚饭的脂肪含量。

头灯——具有4枚LED的轻型头灯，重量不到60克（包括电池）。大功率LED的出现，使得登山者不再需要笨重的老式头灯，如果把电池换成可充电的锂电池，就可以进一步节约重量。LED的照明时间比传统的充氙灯泡长很多，所以你完全可以借着头灯的光芒读书，写日记，或是长时间在黑暗中行进。只要有任何走夜路的可能，我就会带上头灯。

垃圾袋——野炊会产生更多的垃圾，所以需要准备专门的垃圾袋。

除此之外，在较长时间的登山活动中，我还会带上少量医用酒精。用酒精擦身不仅比洗澡更简单，而且能节约水和燃料。用一小块棉布蘸上酒精擦拭身体，然后用洗手液洗净，就可以再度使用。如果你觉得这样不够文雅，也可以使用一次性的酒精棉球。

净水手段

净水的方式有很多种，在这里只介绍最适合登山者的几种。户外店里常见的化学净水剂，一般采用单质碘、单质氯或漂白粉（次氯酸盐）作为主要成分，这样的净水剂杀菌效果并不好。自然水体中的绝大部分细菌、病毒和浮游生物都不是自由悬浮在水中，而是依附在

微小漂浮物的表面上，形成一层具有保护性的生物被膜（Biofilm），所以很难被一般的化学净水剂杀死，但是可以被过滤。上述的几种净水剂一方面无法有效杀死水中的隐孢子虫，另一方面又会影响水的口感，即使你用维生素 C 把水中的单质碘还原成碘化物。

化学处理

唯一对细菌、病毒和浮游生物都有效的化学净水剂是二氧化氯（ClO_2）。饮用水处理厂通常采用二氧化氯作为主要的消毒手段，但是二氧化氯很难制取和保存，所以在野外的应用比较困难。McNett 生产的 Aquamira 净水包由两瓶不同的化学物质组成，彼此混合即可生成二氧化氯，投入水中 15 分钟至 1 小时可杀死绝大部分病原体。每个净水包重约 90 克，除去外包装后约为 60 克左右，可用于净化 20 ~ 30 升的水，价格约 14 美元。Katadyn 生产的 Micropur MP1 二氧化氯净水片，每包 30 片，总价格与净水包相仿，每片可用于净化 1 升的水，4 小时左右可杀死水中的隐孢子虫。

Miox 公司设计出一种电动净水器，大小与雪茄相仿，用干电池作为能源，可用食盐直接制取二氧化氯。使用时将食盐溶液加入净水器，通电一段时间，然后将溶液兑入需要净化的水中即可。杀死隐孢子虫同样需要 4 小时左右。这种电动净水器自重 90 克左右，价格约为 Aquamira 净水包的 10 倍。

如果你追求最佳的消毒效果，可以采用以电池为能源的大功率紫外灯，只需照射 40 秒左右即可杀死水中的全部病原体。紫外灯的问题在于重量较重（约 200 克），价格比电动净水器贵一半左右，并且寿命有限，每个灯泡只能处理 2300 升左右的水。如果水中存在胶状悬浮物，必须先进行过滤，才能让紫外灯发挥净水效果。

过滤

过滤只能除去水中的悬浮物和浮游生物，无法清除自由悬浮的细菌和病毒，所以过滤之后仍然需要进行化学消毒。过滤可以去除水中的鞭毛虫，但是对于登山者来说，这一点的意义并不大。要达到最佳效果，滤网的网眼直径不能超过 1 微米。过滤的优势在于能够去除水中的悬浮物，包括冰川融水中的细小岩石粉末，这是其他净水方式无法达到的。当然，如果用过滤方式处理浑浊的冰川融水，滤网就会快速堵塞。过滤净水的速度通常很快，除非水温太低导致滤网结冰。

煮沸

饮用水只要加热到 60℃以上，就可以有效杀死绝大部分病原体。用巴氏灭菌法处理牛奶时，只需要加热到 77℃保持 15 秒即可完成消毒，之所以要达到如此高的温度，主要是为了杀死结核杆菌。美国农业部建议消费者将汉堡包加热到 71℃以上，以杀死大肠杆菌，但是大多数州立法规只要求餐馆将汉堡包加热到 60℃。在海拔 4500 米处，水的沸点约为 85℃，所以你只需要把水加热到接近沸腾，即可杀死所有的病原体。烧水会消耗燃料，同时不会对水的成分和口感有任何影响。煮沸或接近煮沸过的水不需要再用过滤或化学手段消毒。

什么都不做

对于登山者而言，最好的净水手段就是什么都不做。高山上的液态水源主要是冰川融水，并且环境寒冷干燥，所以水中几乎不含有任何病原体，完全可以直接饮用。绝大多数肠道疾病主要通过粪口途径传播，病原体先从粪便中沾染到手上，再在进食过程中由手入口。要杜绝肠道疾病，最有效的办法是保持良好的个人卫生习惯。

令人惊讶的是，那些每次都对饮用水进行过滤和化学消毒的人，饭前便后却往往不会洗

手，最多只是用纸擦一擦了事。人类的肠道中生活着大量细菌和其他微生物，有些对人体有益，有些则无益甚至有害。粪便中微生物的总重量可达干粪重量的1/3。全世界至少有70%的人有肠道寄生虫，20%的人有鞭毛虫。在20世纪饮用水净化设施得到推广之前，几乎所有人的饮用水中都有鞭毛虫，以及其他有可能导致肠道疾病的病原体，然而出现腹泻等症状的却只是极少数人。

高山和野外环境中的自然水体，含有的病原体数量和种类通常比城市自来水要少，至少在美国，这一点已经为大量统计分析数据所证明。既然饮用自来水不会导致肠道疾病，那为什么要对自然水体进行净化呢？因为饮水而摄入肠道病原体的概率非常低，以至于可以忽略不计。况且即使你摄入了肠道病原体，也有很大的概率不会表现出肠道疾病的症状；即使你表现出肠道疾病的症状，也有很大的概率可以自然康复。

或许你会想：“水里有鱼和其他生物撒的尿，真恶心！”不妨换个角度考虑一下，无论是过滤还是化学净水手段，都无法除去水中固有的溶质，所以你喝的水里，无论如何都会有鱼和其他生物撒的尿。

水中的病原体

水中究竟可能存在哪些病原体？我们已经提到了鞭毛虫，这是一大类原生动物，其中只有极少数种类能够成为肠道寄生虫。寄生在肠道中的鞭毛虫会影响人体的脂肪代谢，导致粪便密度降低，在水中会浮起来（最好不要实地测试），如果摄入的蛋白质中含硫较多，还会引发打嗝等症状。其他方面的症状则与绝大部分非病毒性肠道疾病相似：腹泻，肠道胀气，胃痛等等。鞭毛虫病的潜伏期约为一周左右，但也有可能发生较大的变化。由饮用水感染鞭毛虫病的概率非常低，几乎可以忽略不计。替硝唑（Tinidazole）类药物可以有效治疗鞭毛虫病。

饮用水中可能含有的病毒种类较少，只有甲肝病毒、脊髓灰质炎病毒等有限的几类，在没有人类活动的区域，自然水体基本上不可能含有这些病毒。轮状病毒（Rotaviruses）是最容易导致严重腹泻的病毒，在全世界每年导致超过60万的儿童死亡，其传播途径主要为粪口途径，不会通过地表水体传播。艾柯病毒（Echoviruses）是另一类以儿童为主要感染对象的肠道疾病病毒，主要传播途径为粪口途

食物中毒的症状与水中病原体引起的症状相似，可表现为胃痛、胃绞痛、腹泻、呕吐、发热等。食物中毒通常由细菌分泌的毒素引发，如果致病细菌在进食前就已经在食物中滋生（例如金黄色葡萄球菌），症状可在进食后1小时内出现；如果致病细菌在进食后才开始在肠道中滋生（例如产气荚膜杆菌），症状通常会在进食后7～15小时内出现。大多数情况下，症状在1天后即会自行消退。要预防食物中毒，必须保证双手和餐具的清洁，将生熟食物分开放置，对需要烹调的食物进行彻底加热，并且趁热进食，因为加热过的食物在温度下降到一定程度时最容易滋生细菌。“旅行者腹泻”（Traveler's Diarrhea）通常是因食物中滋生大肠杆菌而引起的食物中毒症状，潜伏期可达一个星期之久，症状可持续数天时间，最终通常会自行消退。阿米巴原虫导致的肠道疾病可能引发与食物中毒类似的症状，也可能导致便血、便脓等。一旦患上腹泻，应增加水分的摄入量，以免身体脱水。服用碱式水杨酸铋（Pepto-Bismol）或洛哌胺（Loperamide），可减缓胃肠蠕动，减轻腹泻的程度。抗生素类药物可杀死肠道中的细菌，但是对鞭毛虫、隐孢子虫等寄生虫没有任何作用。你也可以什么都不做，等待症状自然消退。

径，也可能通过地表水体传播，但是不会存在于高山自然水体中。在美国，高山自然水体通常不含有任何病毒，但在一些欠发达国家和地区，饮用水和食物可能会传播病毒，在这些地区旅行时要特别小心。病毒的体积非常小，无法通过过滤去除，但是煮沸和化学处理都可以有效杀死绝大多数病毒。

弯曲杆菌（*Campylobacter*）是最经常导致腹泻的病菌之一，仅在美国每年就有超过100万人感染。家禽非常容易成为弯曲杆菌的携带者，市面上的禽肉至少有50%带有弯曲杆菌。弯曲杆菌感染的潜伏期和症状维持时间均为2～5天，通常可自行康复。

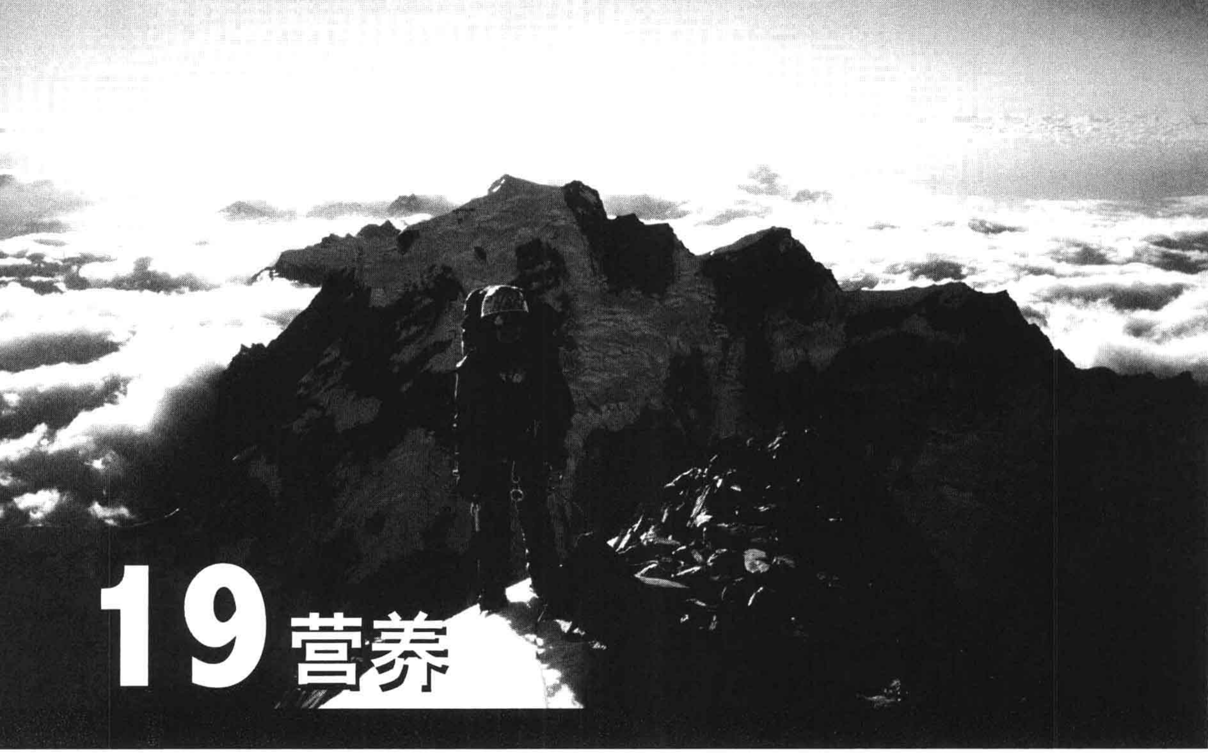
隐孢子虫（*Cryptosporidium*）是美国常见的一类原生动物，也是导致肠道疾病的重要原因。在美国，几乎100%的牛都带有隐孢子虫，单是每年通过牛粪排放的虫卵就有4.5吨之多。隐孢子虫与某些种类的大肠杆菌一样，具有坚韧的细胞壁，对外界环境有很强的耐受性。感染后的潜伏期约为5天，症状通常会持续数天时间，一些患者不会表现出症状，另一些则需要数周甚至数月时间才能完全康复。隐孢子虫病目前还没有有效的治疗手段，幸运的是，感染症状基本都能自行消退。

饮用水中可能存在的其他病原体包括沙门氏菌（*Salmonella*）、志贺氏菌（*Shigella*）、耶尔森氏菌（*Yersinia*）、产气单胞菌（*Aeromonas*）、梭状芽孢杆菌（*Clostridium*）、环孢子虫（*Cyclospora*）、假单胞菌（*Pseudomonas*）、痢疾阿米巴（*Entamoeba Histolytica*）、大肠杆菌（*E.coli*）等。在一些国家和地区，饮用水中的病原体还可能导致霍乱（Cholera）、伤寒（Typhoid）、钩状螺旋体病（Leptospirosis）等多种疾病。

如果你出现腹泻、胀气、胃绞痛等症状，很可能是肠道疾病的征兆，感染时间可能是几个小时前，也可能是一周之前。通常情况下，症状在一段时间后就会自行消退。注意补充水分，佐以易蒙停（Imodium）等抗腹泻药物，但是不要过度服药。如果症状持续一周以上，或是出现高烧症状，最好去医院就诊。

我的建议

- 维持良好的个人卫生，养成饭前便后洗手的习惯，并要求你的搭档也这样做。如果没有用水洗手的条件，可以改用酒精凝胶洗手剂。
- 不要在水源附近排便或丢弃垃圾。
- 在美国，在海拔高于2500米的地区，流动的自然水体可以直接作为饮用水。如果水源为冰川融水或泉水，基本可以保证绝对安全。尽量在水流正中央打水，因为中央流水的病原体密度仅为边缘和底部流水的百分之一甚至千分之一。我认识的所有人，包括我年幼的女儿，从未因饮用这样的水而感染过任何肠道疾病。
- 在低海拔地区，特别是人类居住地附近，最好将饮用水煮沸，或是用二氧化氯进行处理。如果水中可能有隐孢子虫（例如在有家畜活动的地区），应加大处理剂量，延长处理时间。
- 对于浑浊或散发出异味的水，进行处理之前可以先用纸巾或咖啡滤纸进行过滤。二氧化氯通常可以去除水中的异味。
- 如果你患有免疫系统疾病，具有免疫缺陷，或是有较大的可能摄入肠道病原体，可以遵医嘱服用抗生素类药物，起到预防作用。抗生素在杀灭病菌的同时，也会杀死你肠道中的有益菌群，所以轻易不要服用。停药后应服用维生素及益生菌制剂，让肠道中的有益菌群尽快复原。
- 化雪烧水时，不要采集最表层的雪，以及颜色特殊的雪。雪中的颜色很有可能是藻类或其他微生物造成的，容易引起恶心和呕吐。



19 营养

近年来的一些研究表明，饮食结构和习惯对登山者的健康、体重、身体成分、能量利用效率、体能恢复速度、攀登能力和思维敏锐度都有非常大的影响。过去，绝大多数登山者对攀登过程中该吃什么、怎么吃并不十分在意，但在今天，越来越多的登山者都开始意识到营养的重要性。无论是世界顶尖的登山者，还是周末出去徒步的户外爱好者，都可以从科学合理的营养安排中受益。

人体在运动时和运动后的恢复过程中，营养代谢的机制是不同的，所以我会把这两部分分开来讨论。

热量消耗

人体的能量输出通常用所消耗的热量来表示，常用单位为千卡（kcal），也就是营养学中所谓的大卡（Cal）1 千卡约相当于 4.18 千焦。无论是运动，维持体温，消化食物还是思考问题，都需要消耗热量。每单位体重消耗热量的最大速率，是个人体能和健康程度的重要量度标准之一。人体即使处于静息状态时，也会因基本的新陈代谢而消耗热量，运动和其他活动则会增加热量消耗的速率。运动素质较好的健康男性，基本新陈代谢速率通常为（体重 ×13.7+ 身高 ×5− 年龄 ×6.8+66）千卡／天，女性则为（体重 ×9.6+ 身高 ×1.7− 年龄 ×4.7+65.6）千卡／天，其中体重单位为公斤，身高单位为厘米，年龄单位为年。运动时的热量消耗速率比基本代谢速率高得多，例如对于一个躺在床上看电视的人，即使是起身去取遥控器这样简单的动作，也会让热量消耗速率上升 50%。

普通登山者在攀登过程中的热量消耗速率约为每小时 300 ～ 800 千卡。经过训练的专业运动员，每小时热量消耗可达 1000 千卡；世界级的耐力运动员，每小时热量消耗可以超过 1500 千卡，但坚持不了太长时间。对于有氧运动，热量消耗速率可以通过摄氧速率计算，每摄入 1 升氧气可产生约 5 千卡的热量。假设你的体重是 73.6 公斤，最大摄氧量（这个概念我会在下一章中详细解释）为 50 毫升

/ 分 · 公斤，那么你的最大热量消耗速率约为73.6×0.05×5×60=1104 千卡 / 小时，当然在实际情况下，你不可能连续一个小时维持如此之高的运动强度。参加长距离公路自行车拉力赛的专业选手，每天的总热量消耗可达 10000 千卡以上，但是登山者通常不需要维持如此长期高强度的耐力输出，即使是最高强度的攀登活动，一整天的热量消耗也很少超过 6000 千卡。进行强度很大但不会筋疲力尽的攀登活动时，登山者一整天的热量消耗约为 4500 千卡，运动素质比较好的登山者如果有及时的营养补充和充足的休息，可以连续几天保持这样的攀登强度。如果队伍规模较大，在这样的攀登强度下基本肯定会有人体力透支。负重徒步前往大本营时，你一整天的热量消耗可能仅有 3000 千卡。

部分补充

运动过程中，人体不仅会消耗热量，还会损失水分和矿物质、电解质等微量营养素。人的肠胃吸收热量的速率上限约为每小时 200 ～ 350 千卡，也就是说当运动强度较高时，你无法在运动过程中完全补充消耗掉的热量、水分和微量营养素，最多只能补充 35% ～ 45%，再多就会导致肠胃不适，影响运动表现。要想连续几天维持较高的运动强度，同时又不至于对身体造成损害，你必须在休息时填补亏空部分。让我们分析一下各种营养物质的消耗和补充机制。

水分

随着热量消耗速率的提高，你的体表温度会有所上升，最高可达 39℃左右，再高就会对身体产生危害。人体散热的主要手段是汗水的蒸发，占总散热功率的 75% 以上。汗水蒸发的速率会受到环境因素的影响（例如在相对湿度较大的环境下，汗水无法有效蒸发，所以你会感觉到闷热），并且与对流散热有关（例如在风吹过皮肤的情况下）。平均而言，人在运动时的出汗速率约为每小时 1 升左右，当运动强度较大、周围环境潮湿闷热时，出汗速率可达每小时 3 升以上。汗水中的水分有少部分来自葡萄糖代谢（每小时最多可达 450 毫升），大部分则来自人体体液中的水分。随着水分的流失，体液会越来越黏稠，除非你能及时补充损失的水分。

如果损失的水分得不到及时有效的补充，人体就会发生脱水（Dehydration），导致生理机能下降，甚至引发更严重的后果。不同程度脱水对人体的影响见下表。

最大摄氧量

所谓“大强度运动”，是指摄氧量达到最大摄氧量（VO Max）的 75%，训练有素的耐力运动员可以连续几个小时维持这样的强度。当摄氧量达到最大摄氧量的 85% 时，绝大多数运动员的血液乳酸水平都会开始上升，这意味着运动方式开始由有氧运动向无氧运动发生转变。摄氧量在最大摄氧量的 65% ～ 75% 之间时，尽管运动强度仍然较大，但是大多数运动员都可以长时间维持这样的强度。此时的热量消耗速率约为每小时 800 千卡。大强度运动所消耗的热量主要由碳水化合物提供，而当运动强度较低时，消耗的一部分热量是由脂肪提供。

脱水程度（体重的百分比%）	对人体的影响
1～2	口渴，运动水平下降，散热效率下降，但是影响并不严重
3～4	焦渴，运动水平下降20%～40%，散热效率进一步下降
5	热衰竭，头痛，不受控制的颤抖，思维能力下降
7	中暑，昏厥或出现幻觉，必须停止运动并立即补充水分
10	丧失意识，需要急救，否则很可能死亡

由此可见，及时补充水分非常重要，所以才会有“别等到口渴才想到喝水”这样的说法。攀登过程中，最好不要等到每次休息时再补充水分，而是使用水袋或者可以揣在口袋里的水壶，每隔 20 分钟左右补充一次水分。不要强忍着口渴不去喝水，等到一天快结束时才补充水分，否则不仅会影响攀登能力，还会对身体造成严重损害。

那么，每次应该喝多少水呢？人的胃排空速率约为每小时 750 ～ 1000 毫升，过量饮水不仅会导致腹胀，影响攀登时的感觉，还有可能过度稀释你的体液，造成低钠血症（Hyponatremia），除非你在饮用水中加入适量的电解质。运动过程中，每小时最好能补充 600 毫升左右的水分，超过这个值就有可能过量，低于这个值则会导致身体开始脱水，对运动水平和身体健康造成影响。除此之外，为了维持胃的排空速率，最好不要饮用纯水，而是饮用与体液等渗的溶液。

以下是最佳的补水方式：

● 长时间进行强度较大的运动时，每小时应分几次补充 450 ～ 700 毫升水分，尽管你损失的水分比这要多，但由于胃排空速率的限制，你的身体无法吸收更多的水分，所以运动结束后要及时填补水分亏空。

渗透压

在浓度不均匀的溶液中，水或其他溶质分子会自然沿浓度梯度方向扩散，推动这种扩散的压力称为渗透压（Osmotic Pressure）。两种渗透压相同的溶液彼此等渗（Isotonic）。细胞膜两侧的溶液彼此等渗时，最有利于水和溶质分子的跨膜运输。人体血浆的渗透压约为 300 毫渗透摩／千克（mOsm/kg），饮用水的最适渗透压范围为 270 ～ 330 毫渗透摩／千克，相当于摩尔浓度 6% 左右的溶液。要达到这样的浓度，可以在 1 升水中溶解 9 克左右的食盐，50 克左右的葡萄糖或果糖，或者 100 克左右的蔗糖（因为蔗糖是一种二糖，1 分子蔗糖由 1 分子葡萄糖和 1 分子果糖组成）。

● 饮用水应含有适量的碳水化合物和电解质成分，渗透压尽量与体液相近。

● 除了在运动过程中补水之外，每天还要额外补充 2 ～ 3 升的水分。

● 在寒冷环境下，汗水的分泌会减少，但在高海拔地区的低气压和干燥环境下，人体因呼吸造成的水分损失会有所增加，最高可达海平面的 2 倍。

● 水在温度较低时更利于人体吸收。在水壶里加入一定量的雪，或是把水壶埋在雪里，把里面的饮用水变成冰镇饮料。

● 咖啡因在你运动时具有兴奋作用，能提高你的运动水平，但在你休息时则是一种利尿剂，会加速水分的流失。一些品牌的能量胶每包含有 20 ～ 40 毫克咖啡因，所以只适合在运动过程中服用。

● 计算你需要携带多少饮用水时，要考虑路线是否经过溪流或其他水源，是否需要化雪烧水。如果你只能化雪烧水的话，随身携带的水不要超过 3 升，否则只会增加累赘。

电解质

汗水中含有钠、钾、少量的钙和其他电解质成分。出汗较多时，每小时通过汗水流失的钠可达 1 ~ 2 克，钾为几百毫克，其他电解质则要少得多，不同人的流失速度差别较大。运动过程中，你不可能补充所有流失的电解质，否则只会过度刺激胃部，导致呕吐或胃痉挛。最合适的补充速度为每小时 200 毫克钠、100 毫克钾，直接溶解在饮用水中即可。人体所含有的钠和钾可维持 3 ~ 4 个小时的运动所需，并且绝大多数食物和饮料都含有钠和钾，所以电解质补充通常不会成为严重问题，除非你在大量出汗时饮用大量的纯净水。许多品牌的能量胶不仅含有钠和钾，还含有适量的钙、镁、锰等其他电解质成分。合理安排晚餐结构，确保能够填补一整天的电解质亏空。

热量

在运动过程中，你每小时可能会消耗 600 ~ 800 千卡的热量，但是人体在运动状态下，每小时最多只能吸收 200 ~ 350 千卡的热量，也就是说你无法补充消耗掉的所有热量，只能部分补充。如果摄入超过吸收上限的热量，只会给肠胃造成不必要的压力，影响运动水平。另一种更精确的估算方法是，每公斤体重每小时约需 4 千卡热量，相当于 1 克碳水化合物。除此之外，你的体脂比、肠胃机能和适应性等因素也会影响热量吸收速率。

你可以把碳水化合物溶解在饮用水中，但是这样还不足以补充足够多的热量，因为饮用水要与体液等渗，这就限制了溶质的浓度。600 毫升 6% 蔗糖溶液所含有的糖分，只能提供 120 千卡的热量，而你每小时需要补充 200 ~ 350 千卡。如果你在饮用水中加入更多的蔗糖，就会形成高渗溶液，影响肠胃对水分的吸收。

低聚糖（麦芽糖糊精）

解决方法是采用低聚糖，例如麦芽糖糊精（Maltodextrin）。低聚糖的分子比蔗糖更大，所以相同渗透压（摩尔浓度）的溶液，其质量浓度也更大，能够提供更高的热量。同时，低聚糖的分子又比淀粉要小，所以可溶于水，并且能够快速消化吸收。麦芽糖糊精通常会在包装上标出 DE 值（Dextrose Equivalent，其中 Dextrose 指右旋葡萄糖），也就是其中的低聚糖平均含有的单糖分子数，这个值越低，消化吸收速度就越快。用来配制运动饮料的麦芽糖糊精，DE 值应低于 20。这样配制出的运动饮料既与体液等渗，又能提供热量，并且麦芽糖糊精的价格比葡萄糖要低廉得多。

能量胶

市场上的“能量胶”（Gel），主要成分其实是用麦芽糖糊精等低聚糖配制的糖浆，并不是化学上所谓的凝胶。在美国，最早流行的是 GU 能量胶，之后又出现了许多别的品牌，加入了电解质和其他对人体有利的成分。你可以直接购买小袋装的能量胶，也可以把 650 毫升瓶装能量胶用 150 毫升左右的小瓶分装，随时服用以快速补充能量。每 20 分钟服用 1 小袋（约 30 毫升）能量胶，同时饮用 2 ~ 3 大口（约 200 毫升）水，可以达到补充热量、水分和电解质的目的。如果你不喜欢能量胶的口味，也可以把适量的能量胶兑进水壶或水袋里，或是自己用麦芽糖糊精和电解质配制。攀登强度不大的时候，可以减少饮水和服用能量胶的量，但是不要降低 20 分钟一次的频率。

自己配制能量胶不仅成本低廉，而且因为没有包装袋，所以不容易造成环境污染，也减少了携带垃圾的麻烦。如果你用小瓶单装能量胶，每次按 30 毫升的量服用，就不必考虑能量胶与饮用水的配比问题。需要注意的是，浓度较高的低聚糖溶液在低温下会变得非常黏

稠，所以最好把装能量胶的小瓶揣在贴身的口袋里。

果仁和葡萄干

用果仁和葡萄干配制的传统路餐，其主要成分为脂肪和蛋白质，以及淀粉等分子量较大的碳水化合物，尽管口味可能很好，但是不利于消化吸收，所以不适合在攀登过程中食用。大强度运动的基本原则是，要保证运动水平，就不要在运动过程中摄入任何固体食物，包括能量棒。市面上的能量棒大都是为“每日所需均衡营养”而配制的，并不能很好地满足运动时的特殊营养需求。路餐的基本要求是富含碳水化合物，少含或不含脂肪。

说到这里，就让我们分析一下你的身体在一整天的攀登中所发生的代谢过程。

运动中的代谢过程

肌肉运动的能量主要由葡萄糖的分解来提供。肌肉可以从血液中吸收葡萄糖，但是血液中含有的葡萄糖总量非常有限，如果得不到补充，只要几分钟的运动就会消耗殆尽。所以，人的肌肉和肝脏中储存有糖原（Glycogen），男性运动员的肝糖原储量约为 90 克，肌糖原储量约为 400 克，总共相当于近 2000 千卡的热量。女性运动员的糖原储量约为这个值的 3/4。这些热量只能维持几个小时的大强度运动，所以除了在运动过程中部分补充消耗掉的热量之外，在休息时也要通过进食来填补热量亏空，只有这样才能连续几天进行强度较大的攀登或其他运动。

脂肪

进行时间较长、强度较大的运动时，人体的糖原储备无法满足全部热量需求，所以会通过脂肪和蛋白质的分解来重新合成一部分糖原。运动强度达到最大摄氧量的 40% 时，人体就会开始分解脂肪合成糖原，但是只有当运动强度达到最大摄氧量的 60% 时，脂肪的利用率才会达到峰值。脂肪分解产生热量的效率约为碳水化合物的 2.3 倍，并且人体的脂肪储量比糖原要多得多，不可能在一天之内耗尽。登山者最初上升到高海拔地区时，脂肪利用率会有所下降，经过一段时间的适应后会回升。脂肪代谢的效率比碳水化合物分解要低，并且脂肪无法直接转化为葡萄糖或糖原；尽管如此，但只要运动时间超过几个小时，脂肪就会成为主要的热量来源，提供 2/3 左右的热量。脂肪的分解过程需要葡萄糖分子参与，所以一旦糖原和血糖储备基本耗竭，人体就无法再进行有效的脂肪代谢，只能通过分解构成肌肉的蛋白质获得能量——这样会对肌肉造成非常大的损害。要提高脂肪的利用率，最好的手段是有规律、长时间的耐力训练。

在登山过程中，你需要在休息时摄入一定量的脂肪，尽管你身体储备的脂肪通常并不会有耗竭之虞。食物中的脂肪是脂溶性维生素的载体，并且能够提供一些人体必需的脂肪酸，例如合成一些激素所需要的脂肪酸，以及能够补充肌肉间隙甘油三酯的 Ω-3 脂肪酸。晚餐中的脂肪成分还有助于你在睡眠时保持温暖。不要摄入过量的脂肪，如果休息时摄入的热量有超过 30% 来自脂肪，就会加重高山反应的症状。另一方面，也不要把减肥当成登山的目的，故意减少热量和脂肪的摄入，否则只会适得其反。有证据显示，当人体摄入的营养无法满足需求时，会激活“保护”自身脂肪储备的生理机制，限制脂肪的分解利用；如果能摄入一定量的脂肪，就可以抑制这一机制，让人体本身的脂肪储备得到充分利用。在这里，我不会详细讨论生理学方面的专业内容，不过还有最后一条忠告：无论在登山过程中还是平时，摄入的脂肪最好以液态的植物油和鱼油为主，减少动物脂肪和人工氢化油的摄入。

登山与节食减肥

任何节食减肥方案都不适合登山者。如果你正在节食减肥，至少要在开始攀登前的几天里保证正常的热量摄入，并在攀登过程中进行适当的营养补充，特别是在高海拔或寒冷地区进行的长时间、高强度的攀登活动。

蛋白质

蛋白质也是长时间运动的能量物质之一，能够通过糖异生作用（Gluconeogenesis）转化为葡萄糖，所产生的热量约占总热量消耗的10%～15%。糖异生作用是一种效率非常低的代谢作用，每小时所消耗的蛋白质最高可达30克左右，这一部分蛋白质主要来源于血液中的储备，但当储备接近耗竭时，人体就会开始分解构成肌肉组织的蛋白质，对肌肉造成损害。理想情况下，如果要进行超过几个小时的连续攀登，你应该每隔一段时间补充适量的溶液状态蛋白质，但是实际攀登过程中可能没有条件，并且蛋白质并不容易消化吸收。与其他营养物质一样，蛋白质在运动过程中只能部分补充，所形成的亏空需要在休息用餐时填补。

蛋白质分子由氨基酸组成，人体内的氨基酸共有20种，其中8种是成人不能合成或合成速度很慢、必须靠从外界摄入来补充的，称为必需氨基酸（Essential Amino Acids）。构成肌肉的蛋白质（肌动蛋白和肌球蛋白）主要由亮氨酸、缬氨酸和异亮氨酸三种氨基酸组成，含量比约为1∶1∶2。这三种氨基酸又被称为支链氨基酸（BCAAs）。理想情况下，你只需要在饮用水中添加这三种氨基酸，以及少量的丙氨酸，就能避免构成肌肉的蛋白质发生分解。许多研究都表明，在运动间隙适量补充这几种氨基酸，可以保护肌肉，增进大强度运动水平，甚至可以改善思维机能。问题在于，可溶性氨基酸的价格非常昂贵，作为营养品实在太不划算，所以你只能通过摄入适当的蛋白质来获得组分氨基酸。

那么，究竟应该摄入什么样的蛋白质？如果你认为肉类或禽蛋是最好的蛋白质来源，那就错了。蛋白质的营养品质取决于其中必需氨基酸的消化吸收率，最常见的评判标准是经消化率修正的氨基酸评分（Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score），在常见的食物蛋白源中，分数最高的是乳清蛋白。牛奶的蛋白质总含量约为6.5%，其中约有1/5为乳清蛋白，其余的4/5则是酪蛋白。乳清蛋白的氨基酸组分约有1/4为人体必需氨基酸，对这部分组分进行提纯，就可以得到适合人体需要的蛋白质营养品。

分数次高的是大豆蛋白，之后才是蛋清蛋白和鸡肉、鱼肉中的蛋白。酪蛋白的分数则比较低。大豆蛋白对肌肉生长的作用不如乳清蛋白明显，氨基酸比率也不如乳清蛋白那样符合人体需要，但是含有对人体有利的植物性成分，并且因为含氮量较低，分解产生的氨较少，所以更适合在运动前或运动时摄入。大豆蛋白制品的口味通常比较差。

人一天究竟要摄入多少蛋白质？这个问题目前还没有定论，但是运动员需要的蛋白质必然比很少运动的人要多。通常情况下，你每天每公斤体重需要1.2～1.7克蛋白质，具体摄入量取决于运动的量和强度，以及所摄入蛋白质的品质。如果你仍处于青少年期，就需要更多的蛋白质来满足生长发育的需求。注意，这里所说的重量是指蛋白质的干重，折合成食物的重量则要大得多，例如一个麦当劳特号汉堡包含有的蛋白质干重仅有30克。摄入蛋白质的同时要补充足够的水分，因为蛋白质代谢会产生尿酸，如果不能及时通过尿液排出，就会增加人体内环境的酸性，影响运动水平。

一些蛋白质类营养品的主要成分为谷氨酰胺，这是人体内含量最丰富的氨基酸，也是小麦蛋白的主要组成部分。据称，在运动前后各补充5克左右的谷氨酰胺，与必需氨基酸同时

摄入，可以提高肌肉的生长速度。这种说法并没有得到最终验证。

实际情况

大多数登山者并不会每天消耗 4500 千卡的热量，也不需要如此频繁的营养补充。我在上文中介绍的补充方法，是为大运动量、高强度、长时间的耐力运动设计的，在登山过程中很少有人能真正做到。

为什么？很重要的一点原因是，大多数人的胃口都会受到高海拔环境的影响。许多登山者在高海拔地区进行攀登时，体重每天会减少 0.5 ～ 1 公斤，在攀登最初的一周减少得更快。在海拔超过 3000 米的地方，一般人每天的热量消耗会增加 10% 左右，但是胃口则会有所下降。这一现象的原因主要是身体组织缺氧，结果则是每天摄入的热量仅相当于消耗热量的 60%，所以体重才会下降。要想克服这一点，必须强迫自己每餐吃下足够的东西，这对一些人或许很难，但却是非常重要的。在补充热量的同时，也不能忽视食物的营养搭配，尤其不能单为补充热量而滥吃高脂肪的垃圾食品。无论是路餐还是正餐，碳水化合物的比例都要尽可能高。如果攀登时间很短，你就可以稍微少补充一些热量，因为你体内的脂肪储备足够维持相当长的一段时间，但是不要忽视水分与电解质的补充。进行长时间的高海拔攀登时，既要补充足够的热量，又要维持均衡的营养结构。

早餐

户外徒步者或许有时间准备丰盛的早餐，但是登山者通常需要在天亮前早起出发，所以花在早餐上的时间越短越好。如果早餐吃得太饱，就需要好几个小时才能充分消化吸收，在此期间，你的运动水平会受到影响。与其把太多的时间花在早餐上，还不如多睡一小会。如果攀登时间较短，甚至没有必要动火——我自己就经常用糊精配上蛋白营养粉兑冷水作为早餐，这样既可以保证营养，又能节省时间，唯一的不足是味道差了些。如果你追求最科学的营养搭配，可以在出发前半个小时摄入以低聚糖和大豆蛋白为主要成分的早餐，其中低聚糖净含量约 50 克，蛋白质干重约 5 ～ 10 克。你也可以先行出发，等到身体开始热起来的时候，再服用约 60 毫升（2 小袋）能量胶作为早餐。无论你早餐吃什么，都不要吃得太多，等到进入运动状态之后再继续补充热量。如果天气较热，最好在大强度的攀登开始前两个小时左右饮用 600 毫升与体液等渗的溶液，以确保身体吸收了充足的水分。

攀登中

开始攀登之后，你就可以按上文提到过的方式，每隔 20 分钟补充水分、低聚糖和电解质了。出发后的第一个小时里，可适当减少能量胶的用量，之后再按每次 80 ～ 100 千卡热量、约 200 毫升水分的速率进行补充，每 20 分钟一次。如果有条件，最好每次再补充 5 克左右的大豆蛋白，这样可以在长时间攀登时保护肌肉组织。由于攀登过程中只能部分补充消耗掉的热量和水分，你在一段时间之后会感到非常饥饿，这时就轮到午餐发挥作用了。午餐的热量值不必太高，关键在于味道可口，容易下咽，并且能够提供一定的蛋白质。我自己常用金枪鱼罐头夹在面包里，抹上蛋黄酱作为午餐，我的一个搭档则喜欢用奶油和果酱做馅的面包圈。无论你怎样安排午餐，都要做到容易消化，并且脂肪含量不要太高（在这方面，我所举的两个例子都是反例）。有些人喜欢用能量棒作为午餐，如果你能受得了能量棒的口感，当然也可以这样做。午餐通常没有条件动火，除非你需要化雪烧水。刚吃完午餐时，你

或许会感到全身发冷，或是昏昏欲睡，这是血液从四肢流向胃部的结果，之所以午餐不宜吃得太多，就是为了尽量减轻这样的反应。吃完午餐继续出发后，再恢复原先补充热量和水分的频率。

休息时

无论是回到营地还是准备建立新的营地时，你都有很多事情要忙，所以很容易忽略腹中空空的饥饿感，这并不是一件好事。大强度运动刚刚结束时，最需要及时补充热量和水分，恢复血糖浓度；如果补充得不够及时，就会加剧肌肉蛋白质的分解。刚到达营地时，应立即按每公斤体重2.5克的标准摄入血糖生成指数较高的碳水化合物，辅以50克左右的乳清蛋白，以及足量的冷水。换句话说，碳水化合物与蛋白质的摄入比例约在4 ∶ 1左右。蛋白质不仅有助于肌肉恢复，而且可以提高血液中的胆固醇水平，促进糖原的合成。这样还有助于缓解肌肉和关节的酸痛，并可预防中暑。

营养粉

对于专业耐力运动员和追求高水平的登山者来说，均衡、及时的营养补充具有非常重要的意义。配比合适、含有多种微量营养素的营养粉，很适合作为运动过程中的营养品。对于数天时间的高强度攀登，营养粉的成分应以麦芽糖糊精为主，含有约15%的大豆蛋白，少量的高品质脂肪（亚麻油、橄榄油或卵磷脂），200毫克／小时的钠，100毫克／小时的钾，250毫克／小时的钙，300～400毫克／小时的磷酸（存在形式为磷酸钠或磷酸钾），适量的肌肽、肉碱、胆碱和抗氧化剂（例如硫辛酸、维生素E、维生素C），以及可溶性食物纤维。目前市场上已经出现了具有类似配方的营养粉产品，目标消费群体主要是参加长时间耐力竞赛的运动员，也适合登山者使用。

你可以预先把乳清蛋白按合适的比例兑进能量胶中，一到营地就立即服下。如果你的胃口不好，也可以先摄入一半的量，然后动手平整营地、搭建帐篷或雪屋，约过一个小时之后再摄入另一半。保护肌肉的关键在于迅速恢复血糖浓度，正式的晚餐在这方面起到的作用，远没有摄入及时的能量胶和蛋白粉溶液来得大。除了能量胶（麦芽糖糊精）之外，血糖生成指数较高的碳水化合物还包括大米淀粉、土豆淀粉等。尽量少摄入果糖，因为果糖对血糖浓度的影响很小。等到血糖浓度稳定下来之后，再享用含有一定量脂肪的正式晚餐。这种补充方式有一个副作用：你的血液胰岛素水平会迅速升高，然后再重新下降，这样很容易导致情绪变坏，特别是在你已经很疲劳的情况下。

从补水开始

攀登过程中，你只能部分补充消耗掉的水分、热量和电解质，所以在晚餐时需要填补这些方面的亏空。首先要饮用足够的水，确保肾脏能够正常发挥生理机能。如果你在攀登时不注意补充水分，一心想着到休息时再喝水，就会对身体造成损害。不要把口渴作为身体脱水的信号，因为在高海拔地区进行攀登时，你往往感觉不到口渴。除了在攀登过程中饮水之外，休息时还要按每公斤体重35毫升的量来补充水分，也就是总共要喝2～4升的水，只有这样才能既填补水分消耗造成的亏空，又满足休息时新陈代谢的需要。在高海拔地区，由于组织缺氧，你每天的排尿量会比平时多0.5～1升，因呼吸损失的水分则可达海平面的2～4倍。排便也会导致一部分水分流失，碳水化合物代谢则可以产生少量的水分。休息时不要饮用含有酒精或咖啡因的饮料，因为这两种物质都是利尿剂，会加剧水分的流失。脱水会进一步影响你的食欲，加重高山反应的症状。如果你补充了足够的水分，就会很快产生

一定量的尿液，这样有助于排出体内的代谢废物，但是排尿也会导致矿物质、电解质和可溶性维生素的流失，所以晚餐要注意补充这些物质。在下一章中你会读到，心血管训练的主要意义在于血液循环机能的提高；你的身体脱水时，血浆受到的影响最为严重，所以要想保持良好的心血管耐力运动水平，必须保证身体得到充足的水分供应。

之后是热量

如果能够补充足够的水分，下一步要考虑的就是补充热量。一整天大强度的攀登活动，可能会消耗4500千卡，甚至更多的热量，这些热量在攀登过程中只能部分补充，所以在晚餐时需要填补亏空。在理想的营养结构下，约有65%～70%的热量来自碳水化合物（每克约产生4千卡热量），20%～30%来自脂肪（每克约产生9千卡热量），10%～15%来自蛋白质（每克约产生4千卡热量）。按照这样的配比，当你一整天消耗的热量达到4500千卡时，晚餐就需要摄入干重为960克的食物。即使是脱水干燥食品也含有5%～10%的水分，所以理论上，你每天至少要携带1公斤以上的食物，才能充分补充消耗掉的热量。

刚上升到高海拔地区时，你的胃口通常会有所下降，所以可能无法通过食物补充足够的热量。研究表明，一般人每天只能合成650克左右的糖原，相当于2600千卡的热量，再多的热量则会转化为脂肪储存起来。果糖比葡萄糖更容易转化为脂肪。考虑到休息时的新陈代谢和其他方面的能量需求，以及食物中碳水化合物、脂肪和蛋白质的比率，你每天能够有效摄入的热量约为4400千卡，如果消耗的热量超过这个值，你就无法通过进食彻底恢复。

所以，进行长时间大强度的攀登时，你的体重必然会下降。你所能做的就是合理安排饮食结构，让身体储备的脂肪提供大部分热量，

何必携带“备用食品”

如果你每天只需要1公斤左右的脱水食品，那又何必携带更多的“备用食品”呢？与其把负重量浪费在多余的食品上，还不如携带更厚的睡袋。在山上，速度意味着安全，任何多余的负重都会影响速度。如果你因为背负太多的食品和燃料而浪费了时间，就会影响整个攀登活动的安全性。

尽量减少肌肉组织蛋白的消耗。如果一整天的攀登强度都较大，晚餐理论上应按每公斤体重2克的量补充蛋白质，也就是总干重140克左右；实际上，你基本不可能携带含有这么多蛋白质的食物。

实际攀登中的食谱

如果攀登时间很短，例如只有一两天，那晚餐和早餐一样，不必太过在意营养结构，只要选择口味较好、容易消化、容易烹制的食物就可以，能吃多少就吃多少。营养粉和能量胶尽管很容易携带和调配，但是缺乏微量营养素和可溶性纤维，所以不适合作为晚餐的主食。只要有条件，就应该为自己准备一顿“真正的”晚餐。

攀登时间较短时，晚餐可以不必动火，直接用快餐食品充饥，这样可以节省时间，也可以节约炉具和燃料的重量。如果攀登时间稍长，但是不需要化雪烧水，我一般会携带烹煮简单的半成品食物，以及使用固体燃料的超轻量化炉头。如果攀登时间再长，我就会选择脱水食品。如果你能吃辣的话，可以带上少量辣椒粉和其他调味料，让食品更加可口。大蒜不仅可以作为调味料，而且有缓解高原反应的作用。市场上销售的冻干脱水食品，主要问题在于包装重量太重，并且价格较为昂贵。如果你负担得起，可以把买来的冻干食品用封口袋重新包装。主食可以选择口味较好的方便米饭、

方便面或脱水土豆泥，购买时注意阅读包装上的说明，尽量挑选容易烹制、无需煮沸的食品。海拔每上升约 300 米，水的沸点就会下降 1℃，所以在高海拔地区烹制食品需要更长的时间。食品包装上也会列出营养成分，包括各种营养物质的含量和能够提供的热量，可以作为选购的参考。

如果你要进行大强度、高水平的攀登，需要保持最佳的运动状态，就必须科学安排晚餐食谱，确保营养成分的均衡搭配。首先要保证碳水化合物、蛋白质和脂肪的合适比率。其中，碳水化合物应以血糖生成指数较低、分子量较大的成分为主；蛋白质应采用乳清蛋白、大豆蛋白等品质较高的蛋白，或者来自瘦肉（非牛肉）；尽量少摄入脂肪，特别是动物脂肪和人工氢化脂肪。避免摄入果糖，包括蜂蜜、玉米糖浆等果糖含量较高的食物。进行长时间的攀登时，如果有条件，尽量多食用十字花科蔬菜（如白菜）、番茄和颜色较深的蔬菜（如紫甘蓝），保证每天摄入 35 克左右的食物纤维。对于登山者来说，肉类和蔬菜的主要问题在于含有大量的水分，并且烹制比较麻烦，在大多数情况下难以携带。最理想的解决手段是买一台食品脱水机，自制脱水食品。

电解质补充

晚餐食品中通常含有足够的钠、钾等电解质，以及钙、镁、锰等矿物质成分。过量补充电解质并不能预防抽筋或者减少出汗，但也不会对人体造成什么损害，因为多余的电解质很快就会随尿液排出体外。钠是食盐的主要成分之一，钾则可以从大多数水果和蔬菜中摄取。如果你需要补充额外的电解质，应尽量采取与体液等渗的溶液形式，不要直接服用固态的食盐、口服补液盐等。

登山菜谱

所有的登山者都喜欢美食，但是绝大多数人都不喜欢做饭。如果你家里有食品脱水机，可以先把饭菜在家做好，然后进行脱水处理，用自封袋包好，在山上只要兑入温水就可以直接食用。如果没有条件，也可以购买市面上的冻干食品。原材料的准备和饭菜的烹制需要一定的技巧，例如选择最好的原材料和调味料，尽量切成细丝或薄片，不要添加油脂（食用时再加入亚麻油或橄榄油）等。如果你不会做饭，但是家里有食品脱水机，也可以直接把快餐店买来的饭菜制成脱水食品。尽管准备过程非常麻烦，但是当你在山上大快朵颐时，就会体验到这样做的好处。

营养品

在攀登过程中，登山者需要消耗比一般人多几倍的维生素和其他微量营养素，所以除了正常的饮食之外，还需要专门的营养品补充。市场上的营养品种类繁多，成分和价格不一，选购时一定要明确你自己的需求，不要被五花八门的商业广告所左右。

许多人每天都会服用 80 毫克左右的阿司匹林，这样可以预防心肌梗塞和一些类型的癌症。登山者在刚上升到高海拔地区时，可以每天服用 2 ~ 3 次阿司匹林，每次约 320 毫克，这样可以缓解高山反应造成的头痛，但是不宜长期大剂量服用。

B 族维生素在人体的能量代谢和运动后的肌肉修复过程中具有关键作用，运动员对 B 族维生素的需求是普通人的若干倍。维生素 B2（核黄素）会导致尿液变成明亮的黄色，如果你的尿液颜色为棕褐色，或是无色透明，就说明你需要补充水溶性 B 族维生素。需要注意的是，运动前和运动中应避免摄入维生素 B3（烟酸），因为维生素 B3 会影响脂肪的代谢过程。

抗氧化剂可以保护细胞膜免受自由基的侵害。常见的抗氧化剂包括硒、硫辛酸、维生素C（水溶性）、维生素A、D、E（脂溶性）等。β－胡萝卜素能够在体内转化为维生素A，起到抗氧化剂的作用。耐力运动员在运动中的耗氧速率约为普通人的10～20倍，体内会形成大量的自由基，所以需要摄入较多的抗氧化剂。在高海拔环境下进行的实验表明，维生素E具有提高运动水平、增进运动后恢复速度的作用，维生素C也可增进运动后的恢复速度。对高海拔登山者的研究表明，大量服用抗氧化剂可以改善食欲，提高最大摄氧量，并且完全没有副作用。

钙有一定的促进脂肪代谢作用，适合与维生素D和镁一起服用，钙与镁的最适比例约为2∶1。硒、锗、锰、铬、钒、硼等微量元素对运动水平的影响不大，不必刻意补充。锌具有增进免疫机能的作用，每天至少应摄入20毫克左右。铁只有对贫血患者才有帮助，过量摄入会导致人体内产生大量的自由基，还有可能导致便秘，增加患帕金森综合征的风险。登山者应该选择富含多种维生素、钙、镁和锌，不含铁的营养品。

运动营养品

除了一般意义上的营养品之外，市面上还有各种专为运动员研制的运动营养品。绝大多数运动营养品对登山者并没有什么帮助，所以你不必把口袋里的钱浪费在上面。只有极少数的运动营养品适合登山运动的需求，具体如下。

磷酸盐

磷酸具有提高最大摄氧量和无氧阈的作用，可使有氧运动水平上升8%～10%，具体机制比较复杂，目前尚未完全研究清楚。服用磷酸钠的效果与服用促红细胞生成剂（EPO）几乎相同，并且成本低廉，无毒副作用。大强度攀登之前的5天里，每天服用4次磷酸钠，每次1克左右，可以达到最佳效果。直接服用磷酸钠很容易导致反胃，所以最好溶解在水中饮用。效果可持续长达10天时间。

磷酸钠作为一种运动营养品和食品添加剂，多年来一直被认为是安全的，但是长期大量摄入有可能导致骨骼中的钙质流失，所以不要提前太长时间开始服用。

咖啡因

咖啡因是一种兴奋剂，可以提高反应速度，减轻运动时的疲劳感。大量摄入咖啡因（每公斤体重超过15毫克）可引起心动过缓、高血压、神经紧张、易怒、失眠、肠胃不适等不良反应。研究表明，经过训练的运动员如果在进行强度一般的耐力运动时摄入适量的咖啡因，耐力可提高20%～50%。咖啡因具有多种作用机制，包括提高脂肪代谢速率，减少糖原的消耗。摄入咖啡因后，有利作用可维持几个小时。最合适的用量为每公斤体重3～9毫克，相当于3～4杯浓咖啡，在运动前1～2小时摄入。长期饮用含咖啡因饮料的人，对咖啡因的作用较不敏感，所以在攀登前的几个星期里最好不要饮用含咖啡因饮料。尽管咖啡因是一种利尿剂，在休息时会导致水分流失，但在运动时并不会起到利尿作用。咖啡因的摄入量超过每公斤体重6毫克时，可能会引发头痛、失眠、腹痛和腹泻等副反应，所以在高海拔适应阶段应慎用。

肌酸

肌酸（Creatine）能够增加肌肉体积，所以颇受力量运动员和健美爱好者的推崇。近年来的一些研究结果显示，肌酸的主要作用可能并不是促进肌肉生长，而是增加肌纤维间隙的含水量。大量实验表明，摄入肌酸有助于提高连续爆发力，比较适合短跑选手和足球运动

员，以及攀登高难度路线的登山者。服用肌酸虽然可以提高力量，但也会导致体重增加，使得总体耐力稍有下降；不过，肌酸也有促进碳水化合物代谢的作用，所以对耐力运动员仍然有所帮助。经常进行攀岩训练和综合力量训练的登山者，可以在训练期间服用肌酸，增强特定肌肉的收缩力量。

服用肌酸的最初 5 ~ 7 天里，每天应服用 4 次，每次约 5 克，之后每天只需服用 1 次，每次 2 ~ 5 克，不必再多，因为多余的肌酸会随尿液排出。每天服用 3 克肌酸，连续服用一个月，也可以达到类似的效果。

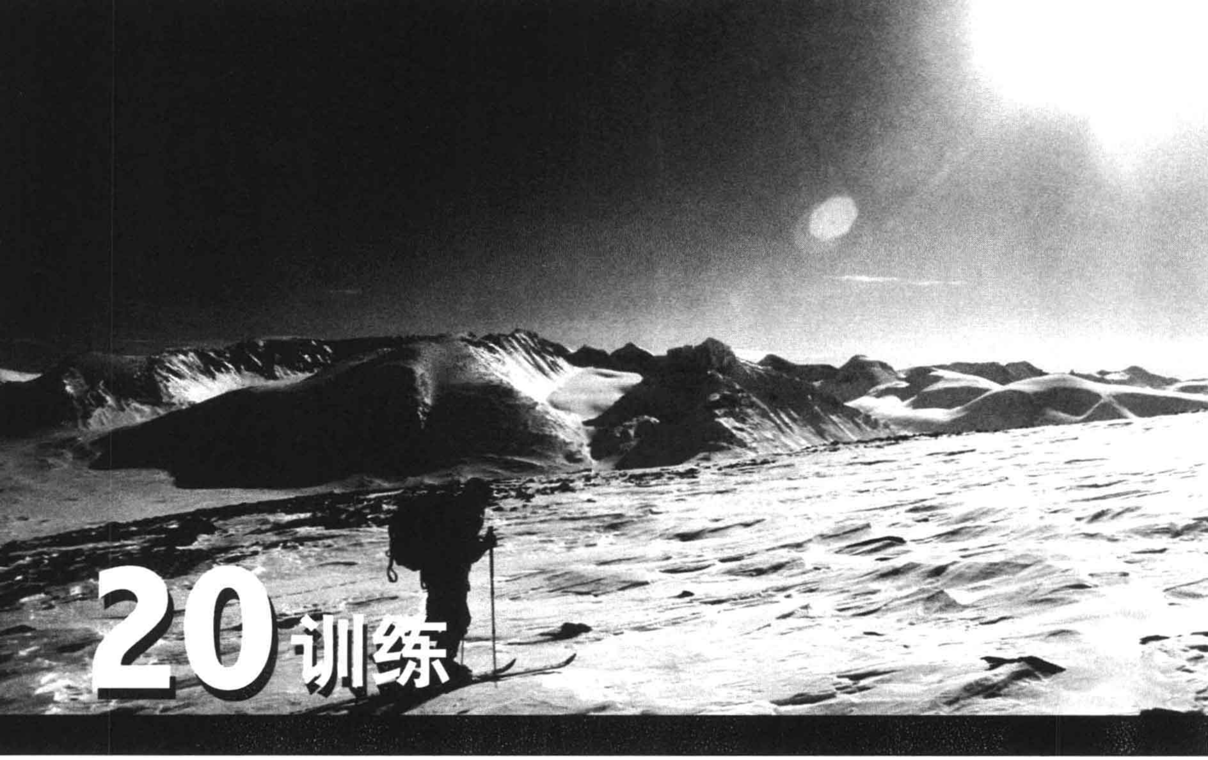
β－羟基β－甲基丁酸（HMB）

HMB 是亮氨酸在人体内的天然分解产物之一，你体内的亮氨酸每天约有 5% 会转化为 HMB，总量约为 0.2 ~ 0.4 克。每天服用 1.5 ~ 3 克 HMB 钙盐，对开始运动不久的人有增加肌肉体积和力量的作用，对长期接受训练的耐力运动员则没有明显的影响，只能稍微提高无氧阈。HMB 在人体内的半衰期约为 2 ~ 3 小时，所以每天最好分几次服用，例如每 8 小时一次，每次 1 克。HMB 在增加肌肉体积方面的效果仅有肌酸的 1/3 左右，但近期的一些研究表明，同时服用 HMB 和肌酸，可以达到后者效果的 2 倍。在美国，HMB 的研究工作主要由爱荷华州立大学进行，研究成果受专利保护，所以仅有少数运动营养品获准添加 HMB。

截至本书成书时，除了磷酸、咖啡因、肌酸和 HMB 这四种物质之外，尚未有任何一种运动营养品的功效得到科学证明。

素食主义

如果你是个素食主义者，就需要比一般人在营养结构方面多花些心思。如果你只是不吃肉类，可以吃乳制品和禽蛋，那你在山上的食谱与一般人不会有太大区别。如果你是绝对的素食主义者，问题就比较严重了，因为大多数植物性食品的纤维含量太高，而支链氨基酸的含量则不足。最好的解决办法是以谷物和豆类为主食，例如米饭和豌豆。豆腐富含高质量蛋白和其他人体必需的营养素，但是因为含水较多，所以重量较重，不适合携带。植物性蛋白通常无法完全消化吸收，所以你必须吃掉更多的食物，这可能并不是一件容易的事，特别是在高海拔适应期间。如果你的食谱主要由谷类、水果和蔬菜组成，就无法摄入足够的蛋白质，这会对你的运动水平产生不利影响。植物性食品通常需要更长的烹调时间，所以你需要携带更多的燃料。除此之外，素食主义者经常会缺乏维生素 B12、核黄素、锌和钙，并且有可能缺铁，所以你还要注重维生素和矿物质的补充。总之，素食主义给登山者造成的麻烦非常多，如果你选择素食的原因仅仅是为了减肥，那最好在每次登山时稍稍破例一下。



20 训练

“杀不死我的东西，会让我变得更强大。”

说这句话的是德国哲学家尼采。尽管尼采最终死于梅毒而不是过度训练，但是他的这句名言的确反映了运动训练的基本原理。人体具有很强的适应性，能够通过激素的分泌和自身生理结构的调节，对疲劳和外来压力产生一定的抵抗力。通常情况下，适应过程主要不是发生在疲劳和压力期间，而是在之后的恢复期，所以训练后的恢复与训练本身同样重要。训练后如果没有充分的恢复，不仅达不到提高运动水平的目的，而且还会适得其反。训练的强度必须适当，强度太小就不能刺激身体产生适应性，强度太大则会损伤身体。恢复不仅需要休息和营养，还需要足够长的时间，但又不能太长，否则身体就会回到训练之前的状态。不同生理机制达到适应的时间有所不同，例如血液循环在大强度训练的第一周就会有较大的提高，酶系统的适应需要更长的时间，毛细血管的生长和脂肪代谢效率的提高可能需要几个月甚至几年的训练刺激。

尼采的理念

登山者需要良好的体能，但是究竟多好才算好呢？怎样才能获得和保持良好的体能？需要多长时间的训练？运动生理学早已对这些问题做出了解答，然而你在报纸杂志和网上读到的，往往并不是科学的训练理论，而是别人根据经验和个人看法所得出的不成熟结论。登山运动既需要长时间的耐力输出，又需要短暂的爆发力和速度，因此登山者需要同时具备多方面的运动素质。在讨论具体的训练方法之前，让我们先大致了解一下运动训练的基本理论。

长时间的耐力输出和短时间的力量爆发，对肌肉性质的要求正好相反，同一块肌肉不可能既有很好的耐力，又有很好的爆发力。人的骨骼肌由两种不同的肌纤维构成，其中红肌纤维决定耐力，白肌纤维决定爆发力，二者的比率主要是由遗传决定的。训练项目可以针对

红肌纤维，也可以针对白肌纤维，但是不能二者兼顾，否则在耐力与爆发力两方面都达不到很好的训练效果，这就是循环训练（Circuit Training）效率低下的原因。对于登山者来说，耐力训练更为重要，所以让我们首先讨论耐力训练。

耐力训练的主要目的有三：提高最大摄氧量（VO2max），增强身体为肌肉供氧的能力；提高无氧阈（Anaerobic Threshold），增强肌肉的有氧代谢能力，减少乳酸的产生；提高身体的机械效率，减少同等功率输出下的体能消耗。决定最大摄氧量的主要是循环系统机能，不是特定肌肉的机能。有氧代谢能力主要取决于肌肉中的线粒体，不同肌肉的无氧阈并不相同。身体的机械效率则是由肌肉、骨骼和神经系统的运作效率共同决定的。这三个方面基本是彼此独立的，需要通过不同的训练手段来加强。

要提高最大摄氧量，就要增加心脏在单位时间内的泵血量，而最大心率很难提高，训练所增加的主要是心脏每一搏的泵血量。要提高无氧阈（开始产生乳酸的最大输出功率），就要让相应肌肉从生理和生化水平上更加适应运动时的状态，加强代谢能力。要想在这两方面有所提高，训练必须具有足够的针对性和适当的形式，强度要足以对身体造成刺激，但又不能太大。问题的关键在于运动强度的衡量方式，如果你无法衡量自己在训练时的运动强度，自然就不可能做到科学训练。

大多数非专业运动员都会过高估计自己在训练时的运动强度，结果训练往往会花费大量的时间，效果却很不理想。专业运动员则有可能偏向另一个极端，训练时的运动强度太大，恢复时间却不够，结果很容易导致运动损伤。要做到科学训练，必须对运动训练的理论有充分深入的了解，并且随时关注训练时的运动强度和身体反应。绝大多数人没有条件对运动强度进行系统化的测量，只能通过心率来把握强度。

最大摄氧量——有氧运动能力的权衡标准

所谓最大摄氧量，是指你的身体在运动强度达到极限时的摄氧速率，单位通常为毫升（氧气）/分·公斤（体重）。人的最大摄氧量主要由遗传决定，但可以通过长期有规律的耐力训练得到提升，也可以通过服用一些营养品来得到暂时的提升。未经任何运动训练的25岁男子，最大摄氧量通常为40毫升/分·公斤，最高者可达到65毫升/分·公斤。其他一些物种可以达到比人类高得多的最大摄氧量，例如狗的最大摄氧量可达150毫升/分·公斤。

在登山运动中，最大摄氧量对登山者在高海拔地区的攀登速度有很重要的影响。最大摄氧量较大的登山者，攀登速度通常也较快，所以暴露在客观危险中的时间更短，更容易确保安全、取得成功。

最大摄氧量百分比——有氧运动强度的判断标准

如果你没有接受过任何运动训练，几乎任何训练项目都可以让你的运动能力迅速提高，但如果你的最大摄氧量已经在40毫升/分·公斤以上，每次训练就必须达到一定的强度阈值，才能达到提高心血管耐力的作用。研究表明，训练强度刚好达到阈值时，你的摄氧量约为最大摄氧量的50%，心率约为最大心率的70%。对于高水平专业运动员，训练强度可能需要达到最大摄氧量的80%，心血管耐力才能有所提高，但如果长期坚持这样的训练强度，就很难得到充分的恢复，结果反而会导致运动水平下降。不同人对大强度训练的耐受力并不相同，有些人可以忍受较为频繁的大强度训练，很快达到较高的运动水平，另一些人则需要更

多的休息时间，但是最终达到的运动水平并不会有什么区别。再重复一遍，运动水平的提高主要发生在休息期间，而不是训练期间。

心率——适合绝大多数人的判断标准

过去通用的最大心率值计算公式为，最大心率（次/分）=220－年龄，这一公式由于误差非常大，目前已经很少使用。更加准确的计算公式为，（男性）最大心率=217－年龄×0.85，（女性）最大心率=209－年龄×0.7。这两个公式计算出来的数值与跑步机和台阶机测试结果相符，约比健身车测试结果高5次/分。对于高水平专业运动员，若年龄在30岁以下则结果－3，年龄在50岁以上则结果+2，年龄在55岁以上则结果+4。登山者可以在跑步机或跑道上进行4分钟的极限强度冲刺，此时的心率基本上等于最大心率。

不同运动强度对应的心率可以用卡沃宁公式（Karvonen Formula）来计算，首先测出你的静息心率，然后计算你的心率提升空间（静息心率与最大心率之间的差值），最后将结果乘以运动强度（%）就得到该运动强度下的心率。例如，如果你的静息心率为50次/分，心率提升空间为140次/分，那么最大心率就是210次/分；如果你希望训练强度达到最大强度的85%～90%，就应该在169～176的心率范围内进行训练。

心率是唯一既便于测量，又能较准确地反映运动强度的数值，所以大部分计算运动强度的公式都是以心率为基础的。通常情况下，运动强度大致可分为4个范围。心率在最大心率的50%左右时，运动员基本不会感到疲劳，这样的训练仅能起到促进身体恢复的作用，没有任何提高效果。心率在最大心率的65%左右时，运动员会感到稍有疲劳，但是基本不会有提高效果，这样的训练仅适合热身、放松和减肥。心率在最大心率的75%～85%时，运动员会有疲劳感，但是肌肉中基本不会产生乳酸，训练有素的耐力运动员可在这样的强度下坚持数小时之久。心率在最大心率的85%～100%时，运动强度超出无氧阈，肌肉中会产生和堆积乳酸，运动员在这样的强度下只能坚持很短的时间。在同样的运动强度下，最大摄氧量比率与最大心率比率的大致换算关系为，最大摄氧量比率×0.64+37%=最大心率比率，例如当你在摄氧量相当于最大摄氧量75%的强度下训练时，心率约为最大心率的0.64×75%+37%=85%。这一公式仅适用于有一定训练基础的中年运动员，因为训练可以提高最大摄氧量，但是基本不能提高最大心率。

上述的所有运算公式都是基于大规模统计分析的结果，能够符合大多数人的情况。业余运动员通常会凭感觉和经验来把握训练强度，然而个人感觉和经验往往是不准确的，无法达到最佳训练效果。

静息心率

你在充分休息之后的心率称为静息心率，通常等于早上刚醒时测出的晨脉值。未经任何运动训练的普通男性，平均静息心率约为72次/分，同龄女性约比男性高10次/分。经过良好训练的运动员，静息心率通常为40～50次/分。晨脉应在一整夜良好的睡眠之后进行测量，测量时维持平躺的姿态，不要起床，否则会影响测量结果。在桡动脉或颈动脉处用指尖感觉脉搏，数出30秒内的脉搏数，然后乘以2即可得到晨脉值。如果前一天较为疲劳，身体没有得到充分恢复，晨脉值就会升高，所以晨脉值可以作为判断身体恢复程度、制订下一步训练计划的依据。疾病、焦虑、某些药物和酒精都会影响静息心率。如果静息心率在较长一段时间内呈下降趋势，就说明你的心血管机能有所提高。

年龄对运动水平的影响

你在 25 岁以后，如果不训练或很少训练，最大摄氧量每年会下降 1% 左右。如果你平时维持一定的训练强度，最大摄氧量的下降会慢一些，每年约 0.5%。训练强度很大的专业运动员在 50 岁之前，最大摄氧量每年可能只会下降 0.1% ~ 0.2%，但是由于最大心率也会下降，所以心血管耐力仍然呈明显的下降趋势。除此之外，年龄还会在其他方面影响运动水平：随着年龄的增长，你的体脂含量会逐渐上升，汗水的分泌速度则会下降，所以在炎热潮湿的环境中攀登时，散热会成为越来越严重的问题。当然，年龄并不是不可逾越的障碍：在成功登顶全世界 14 座 8000 米以上独立山峰的登山者中，梅斯纳尔（Reinhold Messner）完成时的年龄为 42 岁，库库奇卡（Jerzy Kukuczka）为 41 岁，维利基（Krzysztof Wielicki）为 46 岁，奥尔扎巴尔（Juan Oiarzabal）为 43 岁，马尔蒂尼（Sergio Martini）为 49 岁。除了他们之外，还有很多登山者在 40 岁以后仍然能继续进行高水平的攀登。“全世界攀登未登峰最多的人”、美国登山界的传奇人物弗雷德 · 贝奇（Fred Becky），虽然已经年过八十，却仍然在世界各地开辟新路线，跟他一起攀登的小伙子们往往很难跟上他的节奏。

训练时间

训练需要多长的时间才能取得明显效果？如果你之前从未进行过运动训练的话，最大摄氧量在第一周内就会有明显的提升，无论你采用什么样的训练方法。之所以会这样，是因为没有训练基础的人只需要一点点运动刺激，心脏泵血和血液循环的机能就会有所提高。限制最大摄氧量的主要因素是心脏的泵血速度，不是肌肉的耗氧速度。任何大肌肉群的训练都可以有效刺激循环系统，提高最大摄氧量，不过作为一个登山者，你最好能把训练强度集中在与攀登有关的肌肉群上。当你可以连续进行 30 分钟的耐力训练，不会感到浑身酸痛时，你的训练强度就可以上一个台阶了。连续 3 个月有规律地进行强度和节奏适当的耐力训练，可以让你的最大摄氧量提高 15% ~ 20%，具体的提高幅度由你的个人情况决定。

无论采取什么样的训练形式，提高幅度都会在 3 ~ 4 个月后明显下降。假设你刚开始训练时的最大摄氧量为 35 毫升 / 分 · 公斤，3 个月后增加了近 30%，达到 45 毫升 / 分 · 公斤——这已经是非常大的提高幅度了，并且你的体重会有所下降，相当于在增加分子的同时减少分母，所以你的运动水平会有非常明显的上升。接下来的 6 个月里，你必须保持更高的训练强度，才有可能让最大摄氧量再增加几个百分点。在此之后，即使你一连几年坚持训练，最大摄氧量也很难再提高，甚至可能因为年龄关系而有所下降。

无氧阈训练

在增加最大摄氧量的同时，你也需要通过训练来提高特定肌肉群的无氧阈，特别是与攀登有关的肌肉群。最初开始训练时，一旦强度超过最大摄氧量的 50%，你的部分肌肉就会开始酸痛，这是乳酸产生和堆积的结果，说明这些肌肉此时的无氧阈非常低。

经过一段时间的训练之后，相关肌肉群的线粒体代谢机能会有所上升，相关酶的合成效率会提高，肌肉纤维周围会形成更多的毛细血管。坚持训练 6 个月后，你的无氧阈可能会增加到最大摄氧量的 70% 左右，这意味着你的耐力运动水平有了很大的提高。在此之后，如果你一连几年坚持强度较高的训练，就可以继续提高无氧阈，但是提高幅度不会有这么大。无氧阈是特定肌肉群的属性，所以如果你改变训练形式，例如从攀登训练改成独木舟训练，那你就需要从头开始提高无氧阈。换句话说，

跨项目训练（Cross-Training）对无氧阈的提高基本没有任何帮助。

运动效率

持续多年的训练可以提高你的身体在运动中的机械效率，尽管提高幅度不像最大摄氧量和无氧阈的提高那样明显。目前还没有专门针对登山运动的相关实验，但对其他项目运动员进行的实验表明，训练项目越复杂，越有技巧性，身体的机械效率就越容易得到提高。

训练强度

训练有素的运动员要想提高某一方面的运动水平，训练强度就必须达到或接近该方面的能力的极限，然后进行充分的休息恢复。例如，要提高最大摄氧量，就必须在达到或接近最大摄氧量的强度下进行训练，然后休息恢复；如果要提高无氧阈，就必须在达到或超过无氧阈的强度下进行训练，然后休息恢复。耐力训练按目的可分为两类：间歇训练（Intermittent Training）和连续训练（Continuous Training）。

间歇训练

如果你进行运动训练的时间不长，就应该把提高最大摄氧量作为主要目标，这种情况下，间歇训练是最合适的训练方法。所谓间歇训练，是指先进行短时间的大强度训练，再进行一段时间的休息恢复，等到体内的乳酸基本完全分解时，再进行下一组大强度训练，之后是下一组休息恢复，如此重复若干组。每一组训练的时间约几分钟至十几分钟，强度约在最大摄氧量对应心率的 85% ~ 100%（你的最大心率约比最大摄氧量对应心率高 10% 左右）。间歇训练不仅会大量消耗体能，而且会对肌肉和结缔组织造成相当大的压力，所以你需要数天时间的恢复调整才能彻底复原。如果不等身体完全恢复就进行下一轮的间歇训练，只会适得其反，对身体造成损伤。

间歇训练的一种方法是每组训练 4 ~ 8 分钟，休息 2 分钟，总共训练 30 ~ 40 分钟；另一种方法则是每组训练 10 ~ 20 分钟，强度约在最大摄氧量对应心率的 75% ~ 85%，休息 5 分钟，总共训练 40 ~ 60 分钟。前一种方法对最大摄氧量的提高作用更明显，而后一种方法在提高最大摄氧量的同时，也能提高无氧阈，增强相应肌肉群的耐力素质，并且恢复需要的时间较短。要想提高训练的总体强度，可以增加每一组训练的强度，但是组与组之间的休息时间非但不能减少，而且还可以适当延长。只有休息时间足够长，才能让肌肉中堆积的乳酸充分分解，保证下一组训练的质量。如果在进行最后一组训练时，你尽管感觉非常疲劳，但却能按预定的强度完成训练量，就说明强度设置比较合理。如果最后一组训练无法保质保量完成，就说明总体强度过大，需要降低强度和训练量。需要注意的是，心率只能反映长时间耐力训练的强度，无法准确反映短时间大强度训练的强度，因为不同人的心率随运动强度变化的情况有所不同。间歇训练的频率不宜超过每 1 ~ 2 周一次。

连续训练

连续训练的主要作用是提高无氧阈。训练强度应在最大摄氧量对应心率的 65% ~ 75%，连续进行 45 ~ 120 分钟。训练频率应保持在每周 3 ~ 4 次，如果太少就起不到提高无氧阈的作用，太频繁则无法充分恢复，同样起不到提高作用。关于恢复期的营养补充，可以参考上一章的内容。连续训练与每组时间较长的间歇训练都有提高有氧耐力的作用，这两种训练形式必须彼此结合，才能达到最佳效果。

训练方式

登山者应该采用什么样的训练方式？答案很简单：针对攀登需要用到的肌肉群进行训练。某些运动项目，例如赛艇和自行车运动，可以用器械模拟真实比赛中的情况——尽管运动员仍然需要进行一定的实战训练，用来积累经验。登山运动则不然，没有任何器械可以模拟真正攀登时的情况，无论是台阶机还是负重徒步机，都与实际攀登相去甚远。所以，要想达到最好的训练效果，你必须在训练方式上动一番脑筋。你可以选择一处坡度较陡的山坡，反复进行负重爬升训练，下坡时注意保护膝盖。你也可以找一座高楼进行负重爬楼和跑楼梯训练，或是在台阶机上进行类似的训练。台阶机由于训练动作单调重复，很容易导致膝关节和周围韧带过度疲劳，进行负重训练时应特别注意。如果有条件，还是选择负重爬山或爬楼梯为宜。

训练时应注意间歇训练与连续训练的区别。不要试图以间歇训练的强度进行连续训练，否则只会损伤身体，起不到训练作用。如果以连续训练的强度进行间歇训练，就起不到任何提高作用。间歇训练的关键在于每一组达到足够的强度，组与组之间有充足的休息时间；连续训练的关键则在于尽可能在稳定的强度下坚持更长的时间。训练时间不宜超过一个小时，如果时间再长，就无法达到足够的强度，起不到提高作用，长跑选手把这样的训练称为“垃圾里程”(Junk Miles)。一连几个小时的负重徒步，起不到任何训练作用，只会让你身心疲倦。越野跑也是一样，除非你能达到足够的强度，但是那样又很容易扭伤脚踝。如果你选择越野跑作为训练方式的话，最初阶段应选择路况良好的小径和土路，等到养成良好的跑步习惯，膝盖和脚踝具有足够的适应性时，再尝试真正的越野路段。

巅峰期

目前的运动生理学理论认为，运动员不宜长期保持相同的训练强度，而是要循序渐进，合理安排训练计划，在参加关键比赛时恰好达到巅峰期。这样的训练理念对登山者究竟是否有效，目前还没有经过专门的实验检验，不过很多登山者的经验都表明，在攀登前 2 ~ 3 周提高训练强度，然后在临近攀登的最后一周休息恢复，可以让体能在攀登时达到巅峰期。在提高训练强度的同时，要更加注意营养补充，每天多摄入 250 克左右的碳水化合物，以保证糖原的供应。在休息恢复期间也要注意作息节奏和营养，保证在攀登开始时身体中没有任何乳酸残留。如果你还不能准确把握身体的恢复节奏，可以安排稍长一些的休息恢复期，尽量避免打疲劳战。

女性登山者或许会担心力量和耐力素质受到月经周期的影响，这并没有任何科学依据，不过如果太过担心，也可以用药物手段控制月经周期。在攀登前几周里服用一段时间的避孕药，距攀登开始还有 10 天的时候停药，经期会刚好在攀登开始前结束。在经期后半段，体温可能会上升，导致心血管负荷加重。这一方面的科学结论并不多，因为专业运动员的体脂含量通常很低，比普通女性更容易发生月经不调，所以不同人的经期反应差异较大。

力量训练

一般意义上的力量训练，目的在于增加特定肌肉群的体积和力量，基本形式是重复性负荷训练 (Progressive Resistance Exercise)。对于登山者来说，力量训练主要是为了加强肌肉和韧带的耐受性，提高运动协调性，而不是增加肌肉体积，但是基本的训练原则仍然适用。所谓重复性负荷训练，是指让目标肌肉在特定的负荷下收缩和舒张，重复若干次为一组，每次训练可进行多组。大肌肉群的训练每组可在 1 分钟左右，每次 10 组，小肌肉群则可以增加组数，减少每组的时间和强度。随着

肌肉力量的提高，负荷可以逐渐增加，但是总组数、每组次数和间隔时间不宜同时增加。

要达到提高力量的训练效果，需要非常大的强度，所以在开始力量训练之前最好花一个月左右的时间进行较低负荷的训练适应，以免正式训练时受伤。开始正式训练时，首先选择合适的负荷（例如一定重量的杠铃或哑铃），如果最初10次动作需要花一番努力才能顺利完成，就说明负荷合适。做完这10次动作后，将负荷增加几个百分点，让你的搭档辅助你完成肌肉收缩过程（例如将杠铃举起），然后用你自己的力量对抗负荷完成舒张过程（例如将杠铃放下），重复6次。再将负荷增加几个百分点，继续让你的搭档辅助，你自己完成舒张过程，重复3次。以上内容为一组训练，重复几组之后，你的肌肉会有明显的酸痛感，第二天会加重，这是部分肌纤维受损的结果，只有这样才能刺激肌肉增长。休息几天时间，等到酸痛感基本消失，再用比较小的负荷做3组训练动作，这样可以加速恢复。韧带内的毛细血管比肌肉中少，所以恢复比肌肉要慢得多。一旦酸痛感彻底消失，你就可以进行下一次大强度训练，然后再休息一段时间，进行适当的恢复性训练。随着力量的增长，每次大强度训练的负荷都可以有所增加，但是恢复性训练则不必增加强度。

登山者一方面需要对攀登用到的肌肉进行力量训练，另一方面又要合理安排训练时间，避免力量训练与耐力训练发生冲突。许多业余登山者连每周3次进行耐力训练的时间都很难挤出来，再花时间进行力量训练就更是难上加难了。你必须按照你自己的实际情况制订尽可能合理的训练计划，然后一丝不苟地执行。

避免运动损伤

进行力量训练时，首先要考虑如何避免运动损伤。如果你之前没有任何运动训练经验的话，一定要注意循序渐进，控制训练强度，避免肢体在负荷下弯曲成容易受伤的角度。如果你已经有了一定的训练基础，可以分析自己在力量方面的薄弱环节，通过针对性训练加以弥补。

髌骨关节综合征是登山者常见的一种运动损伤，表现为下山时膝盖疼痛，严重者腿部难以弯曲。无论是用弹性绷带或护膝对膝关节加以固定，还是休息和冰敷，都只能暂时缓解疼痛，无法真正解决问题。最有效的治疗手段是对膝盖周围的肌肉群进行锻炼，例如进行蹲马步等静力练习，让肌肉的力量维持髌骨的稳定性。这是通过针对性训练弥补弱点，避免运动损伤的典型例子。

韧带拉伸

绝大多数运动员在热身和放松期间都会拉伸韧带，目的是避免受伤，达到更好的放松效果。韧带拉伸的基本原则与其他运动训练一样，如果以提高柔韧性为目的，就要拉伸到极限，然后充分恢复。问题在于，韧带的恢复能力比肌肉要弱得多，所以拉伸韧带很容易导致运动损伤。如果你拉伸韧带的目的是为了提高柔韧性，最好在专业教练的指导下进行，以免做出错误动作。

适可而止

攀登需要身体不同部位的肌肉群协同作用，训练可提高肌肉力量，但是也有可能导致肌肉体积增加，体重上升，所以要适可而止。绝对不要像健美选手那样，单纯为增加肌肉体积而训练，否则肌纤维内的线粒体数目跟不上肌肉体积的增加，就会导致线粒体稀释（Mitochondrial Dilution），使肌肉更容易疲劳。要想既提高肌肉力量，又不影响耐力，就必须将力量训练与耐力训练结合起来。

负荷的把握

如果训练时的负荷与实际攀登中的负荷相

同，就起不到任何提高作用，最多只能让你维持原有的力量水平。不要进行长距离的负重拉练，否则只会让部分小肌肉群过度疲劳，而大肌肉群则得不到充分的锻炼。力量训练必须要有针对性，首先要确定哪些肌肉需要训练，然后再安排合适的项目，并且要注意强度和休息时间的把握，只有这样才能得到最好的效果。练习运动攀岩可以提高你用于攀登的肌肉力量，增强你对精细动作的控制能力，帮你建立起岩壁上的攀爬感觉，并且基本不会导致体重的增加。攀岩对身体协调性、指力和肩关节力量的提高作用是非常明显的。运动攀岩尽管不需要设置保护点，但是可以让你熟悉先锋攀登的感觉和操作。需要注意的是，人工岩壁和抱石路线几乎全部是岩面攀爬，而登山过程中的攀岩经常是以岩缝攀爬为主，二者的技术和感觉相差很远。此外，运动攀岩的心理要求也与登山截然不同，如果你对坠落已经没有了任何感觉的话，那一定要小心，不要把这种危险的倾向带到山上去。

在寒冷环境下训练

最初暴露在寒冷环境中时，你的免疫力会受到一定程度的抑制，但如果能在寒冷环境下进行一段时间的训练，你就会适应这样的环境，再在寒冷地区进行攀登时也不会受到太大的影响。在寒冷环境下训练时，你在相同强度下的心率约比正常情况低 20 次 / 分，如果你用心率作为把握训练强度的依据，就必须考虑到这一点。每次训练前必须充分热身，训练时不要穿太厚重的衣服，训练后要特别注意补充水分和热量，并且要及时换上暖和的衣服和鞋子。

高海拔训练

高海拔训练与高海拔适应并不完全相同。适应的宗旨是“高处活动，低处休息”，而高海拔训练则正好相反，需要“高处休息，低处训练”。之所以要在低处训练，是为了让身体得到充足的氧气供应，保证训练强度；之所以要回到高处休息，则是为了在身体逐渐恢复的同时获得对高海拔的适应性。在传统的运动训练领域，所谓的“高海拔训练”其实是在 2500 米以下的海拔进行的，如果海拔再高就难以达到提高运动水平所需要的训练强度。如果你常年生活在海拔超过 2500 米的地方，最好能到低于 2500 米的地方进行大强度间歇训练。如果你常年生活在低处，可以在海拔 1500 米左右的地方进行一段时间的连续耐力训练，以此提高适应性。登山者刚上升到高海拔时，在同一运动强度下的心率会明显加快；在整个适应期间，运动时能达到的最大心率会有所下降，静息心率则会上升。在海拔 3600 米的地方，最大心率的下降幅度可达 10% 左右。

坚持不懈

训练难以达到预期效果的主要原因有三：强度太低，休息恢复不足，以及坚持不够。俗话说得好，每个人都想赢，但只有肯下功夫训练的人才能成为冠军。你可以用各种手段鼓励自己坚持：经常改变训练形式，让训练多一些乐趣；把你所崇拜的攀登偶像的照片挂在墙上，用他们的坚持精神勉励自己；把你要攀登的山峰照片设为电脑屏保，随时提醒自己是为什么而训练。训练必须要有目标，并且既要有实现的可能，又不能太容易达到，以至于你可以随便允许自己偷懒。运用你的意志力——只有坚持到底才能取得成功。

心理训练

你的心理承受能力与体能一样，可以通过合理的训练得到提高。心理训练的基本原则与体能训练相似：你必须挑战自己的心理极限，然后再给自己充分的恢复时间，才能让心

理承受能力得到提高。如果只是一味挑战极限，不给自己恢复的时间，心态就会受到负面的影响。为了提高心理承受能力，有些时候你必须去挑战自信心的极限，尝试一些你原本不敢尝试的事情——这就像是心理层面上的间歇训练。当然，你也不能做得太过火，贸然去尝试明知绝不可能做到的事情，否则不仅会打击自己的信心，还有可能给自己和队伍带来危险。不同人的心理承受能力差别很大，所以当别人挑战自己的心理极限时，要对他们表示出足够的尊重和理解。心理层面的挑战包括克服恐惧，面对孤独，战胜怀疑，理解他人，尝试新的思维方式等。如果你成功了，就会更有自信；即使你失败了，也可以从中获得宝贵的经验。精神力量的作用是惊人的，那些世界顶尖的登山者之所以能获得成功，把一般人连想都不敢想的事情变成现实，往往并不是因为他们的体能和技术有多强，而是因为他们拥有强大的精神力量。



21 野外急救

急救技术需要多次专业培训和实地操作才能掌握，不可能完全从书本上学习，更不可能用短短的一章解释清楚，我在这里只能简单介绍野外急救的基本原则。野外急救与一般急救的区别主要在于三个方面：

- 急救地点通常交通不便，距离最近的医疗设施至少 2 个小时路程；
- 没有现成的急救器材，必须视情况寻找最合适的材料；
- 周围环境有可能存在危险。

由于以上三方面的原因，野外急救的性质和具体操作技术与一般的城市急救有较大区别，急救者需要更多的实践经验，并且往往需要对患者进行诊断和治疗，而不是仅仅让患者的情况稳定下来，等待救护车到来。野外急救需要处理的问题主要是外伤，基本不可能遇到触电、中毒、心脏病等城市急救经常要处理的问题。因此，野外急救在一些方面的原则与城市急救截然相反。

野外急救课程

在一般的急救课程上，你只需要记住国际红十字会制定的几条急救准则，以及几种常见问题的简单处理方法，就可以顺利毕业了。在野外急救课程上，你需要学习的东西则多得多：人体各大器官系统的相关知识，各种外伤的特点和可能表现出来的症状，处理外伤的原则和具体方法，以及记录患者情况和诊治过程的标准格式。例如，你必须学会判断伤者的颈椎情况，如果颈椎仍然完好，你就有好几种处理方式可以选择；如果颈椎受伤，你所能做的就非常有限。

野外急救与冰裂缝救援非常相似，一方面需要涉及比较复杂的技巧，另一方面又很少有机会实际用到，所以必须经常练习，才能保证在需要时可以正确应用这些技巧。在美国等许多国家，户外指导员和向导必须持有野外急救资格证书，并且每隔几年就要重新参加培训。即使你不是这方面的从业人员，

也可以选择参加正规的野外急救培训，这样在山上遇到突发情况时，才不至于因为无知而犯下严重的错误。

急救包

急救包是所有登山队伍的必备物品，第18章列出了我自己的急救包内容清单。市场上常见的所谓“户外急救包”，内容通常以外用药、绷带和非处方止痛药为主，这是因为大多数登山者都没有接受过专业急救培训，最多只懂得使用这些最简单的药品和器材。如果你接受过野外急救培训，不妨自己准备自己的急救包，并且针对攀登过程中可能出现的各种突发情况，设计最简单的解决方案。最重要的并不是急救包的内容，而是你的技术和经验。

创伤处理

创伤处理是野外急救最重要的内容。所有的创伤都可以分为两类：稳定创伤(Stable Injuries)与不稳定创伤（Unstable Injuries)。稳定创伤即使不加处理也暂时不会恶化，不稳定创伤则会自动恶化，需要尽快处理。以脚踝扭伤为例，如果扭伤后脚踝完全不能活动或承重，踝关节呈明显不自然的角度，扭伤过程中发出清脆的断裂声响，或是扭伤后试图活动脚踝时发出骨头彼此刮擦的声音，就说明扭伤很有可能是不稳定创伤，应尽量避免活动或压迫伤处，并及时进行必要的处理。

对不稳定的脚踝扭伤进行处理时，要注意避免损伤踝关节周围的软组织，避免压迫血管，导致足部的血液供应受到影响。神经末梢最容易受到供血不足的影响，如果足部特别是脚趾有麻木感，就说明血液供应不足。足部皮肤表面失去光泽，趾甲泛青，也是供血不足的表现。短时间的供血不足不会对软组织造成永久损伤，但如果在没有外力压迫的情况下，足部的血液循环和触觉仍无法恢复，就表明情况相当严重，伤者需要尽快得到正规的医疗救护，否则足部组织有坏死的危险。如果足部的血液循环和触觉基本正常，你就可以用绷带或其他方式固定伤者的踝关节，然后护送伤者撤离，撤离期间应随时注意创伤处的情况。

心理急救

目击他人严重受伤甚至死亡，参与救援或遇难者遗体搜寻活动，都有可能对人造成严重的心理压力，甚至导致心理疾病。对于刚刚承受过严重心理压力的人，应进行心理层面上的“急救”：保证他们的安全，让他们相信自己是安全的；给他们制造舒适的环境，同时不要向他们强调这一点；让他们了解整个队伍的行动计划，在他们需要时提供帮助，但是不要试图改变他们的想法，因为他们的思维方式可能与你完全不同。



22 环境保护

“我们并不是从祖先那里继承了这片土地，而是从子孙后代那里借用了生存空间。”

这句据说是北美印第安人的老话，道出了今天环境保护的真谛。高海拔山区土壤贫瘠，植被稀疏，植物生长期短，生态环境脆弱，并且温度和湿度条件不适合微生物生长，所以人类活动留下的垃圾难以降解。由于以上这些原因，登山者必须具备比一般人更强烈的环保意识。

不留痕迹

不留痕迹（Leave No Trace）最初是由美国林务局、土地管理局、国家公园局和户外教育学校（National Outdoor Leadership School，简称NOLS）共同提出的口号，目前已经推广到多个国家和地区，成为登山和户外运动的基本环保宗旨。不留痕迹的原则体现为七个方面，我会针对登山运动的特殊情况一一加以解释。

做好思想和行动上的准备

在登山活动的准备阶段就要充分考虑环保问题，尽可能减少攀登过程中制造的垃圾，以及对山区环境的冲击。例如，冻干食品的小袋包装会形成大量的垃圾，所以最好用自封袋重新包装。做好把一切垃圾打包带下山的准备，尤其是用过的手纸和个人卫生用品。出发前要对背包进行清理，扔掉上次活动剩下的垃圾，包括淘汰掉的绳套、扁带套等装备。在山上，如果发现其他登山者遗留下来的垃圾，尽量打包带走。

行走和宿营时避免破坏植被

尽量在冰雪和岩石表面攀登，减少对高山土壤和植被的破坏。沙地表面最适合登山者扎营。在经常有人攀登的路线上，尽量使用铺设好的营地，不要开辟新的营址。高山地区的土壤和植被很容易遭到破坏，并且一经破坏就很难恢复。如果不得不在有植被的地方宿营，应尽量缩短在同一个地点停留的时间。

妥善处理垃圾

在高山和荒漠地区，垃圾基本无法自然降解，登山者唯一的选择就是把所有的垃圾都带下山。在有土壤和植被的高原地区，粪便可以就地掩埋，掩埋地点要远离营地和水源。如果使用肥皂，注意不要污染水源。在海拔更高的山区，微生物基本无法存活，所以应尽量在开阔向阳的岩石表面上排泄，让粪便在阳光和风力的作用下发生物理分解。科学研究表明，在高海拔山区，散落在岩石表面的粪便并不会对周围环境造成微生物污染，因为粪便中的微生物在几周之内就会因不适应环境而完全死亡。在冰川上，粪便可以直接排泄在冰面或雪地上，也可以排进或丢进冰裂缝。不要把粪便之外的其他垃圾扔进冰裂缝，特别是不可降解的塑料袋、卫生棉等。尽量用雪代替手纸，如果一定要使用手纸的话，用过的手纸要作为不可降解垃圾带走。在经常有人攀登的高山路线上，垃圾的妥善处理尤为重要，否则营地和攀登路线会很快变得污秽不堪。如果你嫌用过的手纸太脏，努力克服这种感觉。

保持环境原貌

在成熟的攀登路线上，不要随意增加或拆卸铆钉和挂片。尽量不要用颜色鲜明的扁带或辅绳制作下降保护点。不要用石块堆砌路标，或者在下山时摧毁上山时堆砌的路标。你也可以用彩色胶带作为路标，下山时把胶带撕掉。不要摧毁别人留下的路标，因为别人有可能还需要路标的指引。不要破坏路线上的人文古迹。

不要点篝火

篝火不仅浪费燃料，而且会对环境造成破坏。在缺少天然燃料的高海拔地区，不要用汽油等人工燃料焚烧垃圾，否则不仅会产生有毒气体，危害你自己的健康，而且会把下面的岩石熏黑，形成难以消除的痕迹。

尊重野生动物

不要给野生动物喂食，无论你是故意还是出于无心。高海拔山区往往是珍稀野生动物的生活场所，登山时要尽量避免影响动物的正常生活。

尊重其他登山者

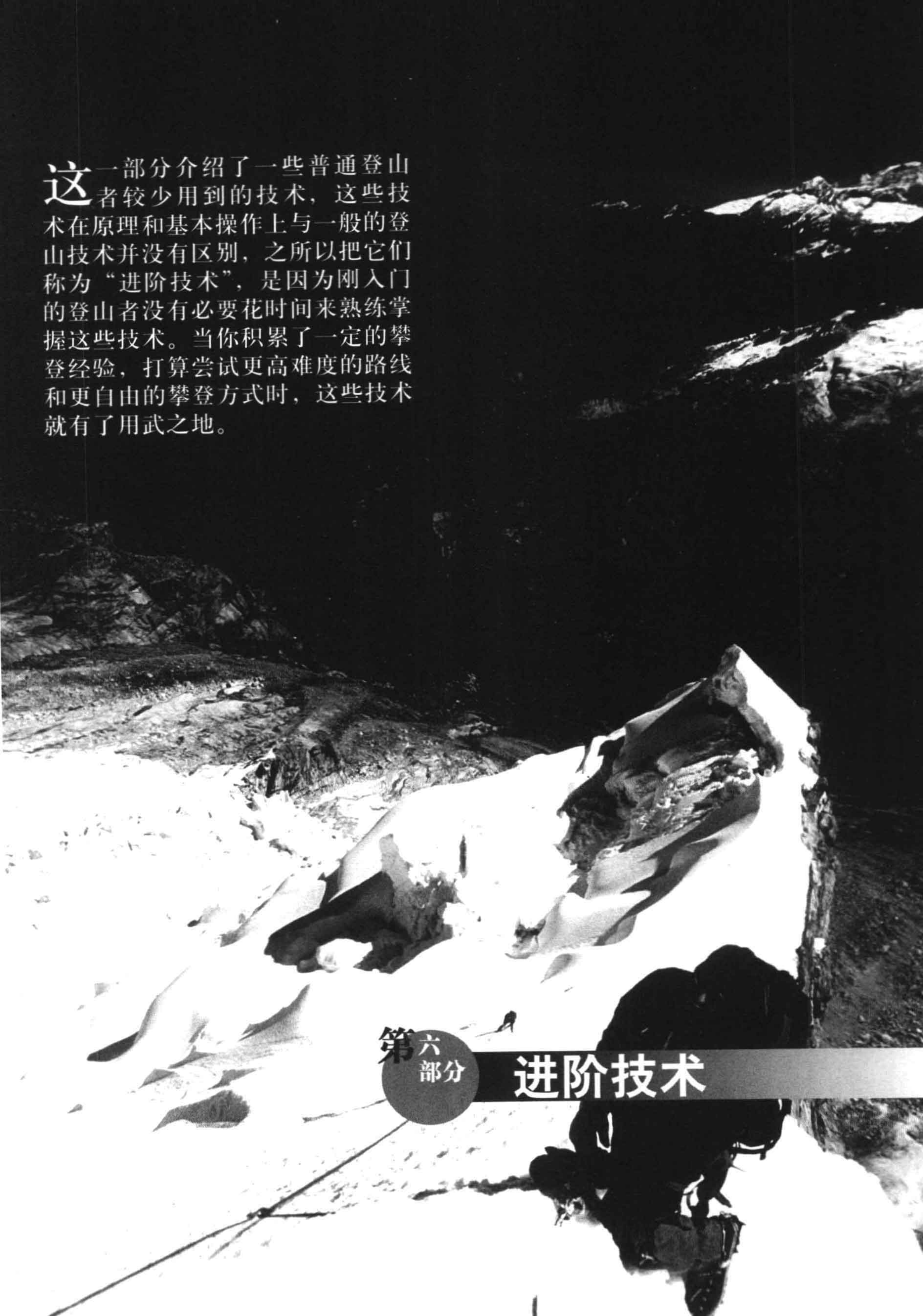
保护环境，维持攀登路线的本来面貌，这样其他登山者才有机会获得与你相同的体验。

攀登场所的开放性

地方管理部门往往会通过设立禁行区、收取过路费等手段，想方设法限制登山者的活动范围。要想减少这种限制，登山者必须对当地的生态和人文环境负起更多的责任，而不是成为当地生态环境和居民的负担。只有这样，地方管理部门才能对登山者保持友好。

向希拉里爵士学习

1953 年，埃德蒙·希拉里爵士（Sir Edmund Hillary）和夏尔巴人丹增（Tenzing Norgay）成功沿南坳路线登顶珠穆朗玛峰，成为首次登上世界最高峰的人（尽管也有人认为这一荣誉应该属于 29 年前的马洛里和欧文）。在此之后，希拉里爵士又在世界各地参加了一系列攀登活动，包括很多著名的山峰和路线，但在晚年回忆时，他认为自己一生所做的最有价值的事，并不是成功登顶哪一座山峰，而是在夏尔巴人生活的区域建造学校和医院，推广环保理念和植树造林。能在攀登、慈善和环保三个领域都做出杰出贡献，这就是希拉里爵士的伟大之处。所有的登山者都应该向希拉里爵士学习，努力保护山区的原生态环境和地方文化。



第六部分 进阶技术

这一部分介绍了一些普通登山者较少用到的技术，这些技术在原理和基本操作上与一般的登山技术并没有区别，之所以把它们称为“进阶技术”，是因为刚入门的登山者没有必要花时间来熟练掌握这些技术。当你积累了一定的攀登经验，打算尝试更高难度的路线和更自由的攀登方式时，这些技术就有了用武之地。



23 细绳操作

随着轻量化登山理念的逐渐普及，登山绳索呈现出越来越轻、越来越细的发展趋势。使用细绳的主要问题在于，大多数攀登器材都是为直径较粗的绳索设计的，所以在配合摩擦力较低的细绳使用这些器材时，就需要特殊的操作技巧，尤其是在绳子打湿或结冰的时候。如果你对某件攀登器材与细绳的搭配使用还不是很熟练，一定要多加练习，不要到了山上再尝试不熟悉的操作技术。

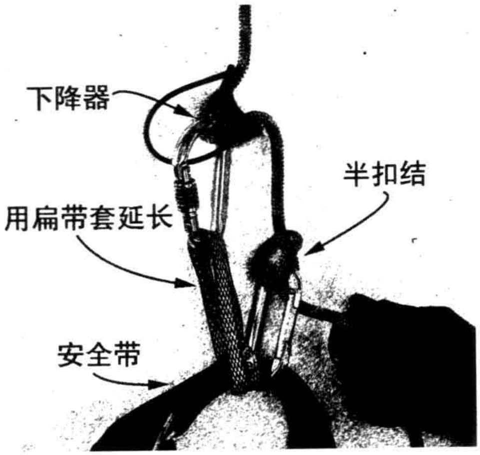
下降

用细绳下降时，手对绳子产生的摩擦力较小，特别是在戴着手套的时候，所以下降器必须具有更好的制动性能。登山过程中经常会遇到突发情况，例如你被暴风雨困在暴露的山脊上，必须用单股攀登绳进行长距离的下降，并且绳子已经被雨水淋得又湿又滑，这时应该怎么办呢？有好几种方法都可以增加绳子上的摩擦力，最常见的是抓结下降。合理选择制作抓结的辅绳，保证在双绳和单绳下降时都能提供足够的摩擦力，如果担心法式抓结的摩擦力不够，可以使用克氏抓结，具体打法见第 13 章。如果你在下降时遇到绳子中段结冰，难以控制的情况，可以先让抓结承受住体重，把绳子制动端在背后或大腿上绕一圈以增加摩擦力，然后再放松抓结继续下降。如果你在开始下降时就担心会抓不住绳子，也可以在下降器和制动手之间增加一个半扣结，如图所示。这样会造成非常大的制动力，你只需要轻轻握住绳子就可以控制住身体。

如果你携带的装备非常有限，而又必须用单股细绳下降，或是用单股细绳同时放下两名攀登者，可以使用第 13 章中介绍的超级半扣结，也就是把绳子在打好的半扣结外面在绕一圈。超级半扣结能提供相当大的制动力，甚至可以用来沿单股 6 毫米辅绳下降。

下降换上升

如果在下降过程中遇到意外情况，例如头发或衣物绞进下降器，绳子在上方卡住，或是下降到绳子终点却找不到适合设置保护点



使用细绳下降时，在下降器和制动手之间增加一个半扣结

的地方，你就需要由下降转换为沿绳上升。沿绳上升需要你与绳子之间有两个可移动的连接点（例如抓结或上升器），一个连接到你的安全带，另一个连接到脚套，这样你可以踩在脚套上抬高重心，把连接安全带的连接点上移，把体重转移到安全带上，然后再把脚套连接点上移，如此反复。如果你采用抓结下降，可以直接在下降器以上的绳子上打一个克氏抓结连接脚套，让下降器和抓结起到安全带连接点的作用，在需要上升的距离很短时，这是速度最快的操作方式。脚套可以用 120 厘米扁带套制作，也可以用扁带套延长抓结绳套。

另一种方法是先在下降器以上的绳子上打一个抓结，通过较短的扁带连接到安全带，把抓结尽量向上推，然后用下降绳制动端在一只脚上绕一圈，单手把绳头和下降器上方的绳子握在一起，让绳子起到临时脚套的作用，如图所示。你只需要让临时脚套暂时承受一下体重，用空出来的那只手（图中是左手）把抓结向上推一点点，就可以把体重从下降器过渡到抓结上。现在你可以解决头发或衣物绞进下降器的问题，或是拆除下降器，继续用刚才的方式一点点推高抓结，达到沿绳上升的目的。这样沿绳上升既慢又费力，但是当你只有一个抓结绳套时，这或许是唯一的选择。

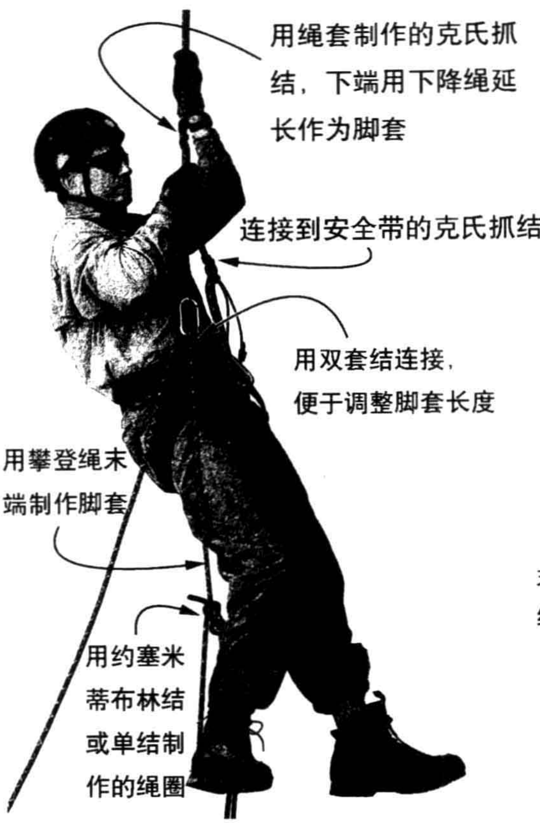


用单抓结和下降绳进行沿绳上升

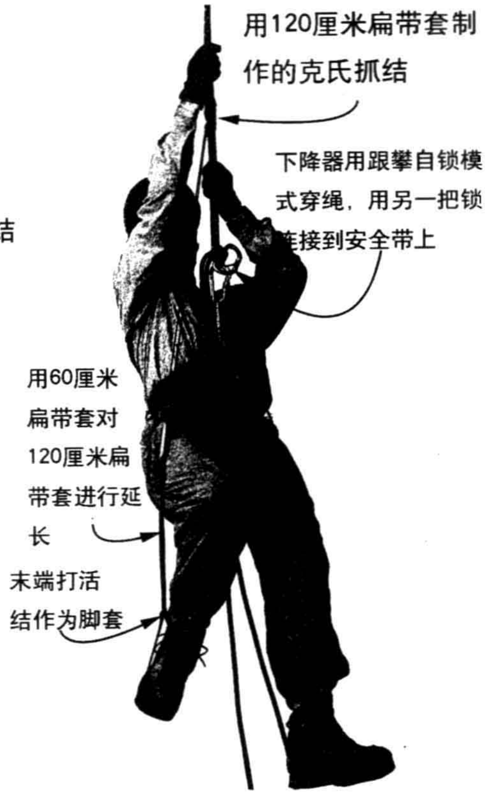
如果你还有第二个抓结绳套或扁带套，就可以用来制作脚套，按传统方式沿绳上升。之所以要用抓结，是因为登山过程中的下降通常是双绳下降，无法使用一般的上升器。如果你携带的抓结绳套很短，可以用下降绳对脚套进行延长，具体方法如图所示。

你也可以用具有跟攀自锁功能的下降器代替抓结作为安全带与绳子的连接点，只要把原先连接下降器的铁锁拧开，从安全带上摘下来，重新拧紧丝扣，再用另一把锁把下降器连接到安全带上就可以了。脚套仍然用抓结制作，必要时用扁带套或下降绳延长。如果感觉身体平衡难以控制，可以在安全带侧面加一把铁锁，让脚套从铁锁中穿过。

下降换上升的操作只有在发生意外时才用得到，所以很难在攀登过程中积累经验，要达



用下降绳延长脚套抓结



用具有自锁功能的下降器代替抓结

到熟练只能进行专门的练习。练习时应做好副保护，避免因操作失误导致危险。

用辅绳配合单绳下降

登山者如果只携带一条单绳，在下降时就需要把绳子对折，这样每段只能下降半个绳长，在长距离下降时效率很低。要解决这个问题，可以携带一条与攀登绳等长的 6 ~ 7 毫米辅绳，配合攀登绳进行双绳下降。如果你需要把辅绳作为装备拖拽绳，或是还有别的用途，也可以采用 8 毫米静力绳。下降时需要注意两点：第一，辅绳能提供的摩擦比攀登绳小得多；第二，辅绳因为比较细，所以很容易卡在岩缝里或是绕在突出的石头上，特别是在有风的情况下。

设立保护系统时，一定要确保下降之后先抽辅绳，不要先抽攀登绳。让连接两股绳子的绳结恰好卡在保护点绳套处，这样可以避免绳子在受力时发生滑动，磨断保护点绳套。绳子之所以会滑动，主要是因为攀登绳与辅绳的弹性不同，在受力时的延长幅度不同；你可以找一个大号滑轮作为下降保护点，用攀登绳配合辅绳的方式下降，让你的搭档观察绳子在滑轮处移动的情况。先抽辅绳的另一个目的是为了减少绳子卡住的可能性，因为攀登绳比辅绳更不容易卡住，但是一旦卡住，要拉松绳子或者沿绳上升也更困难。

使用细绳进行先锋保护

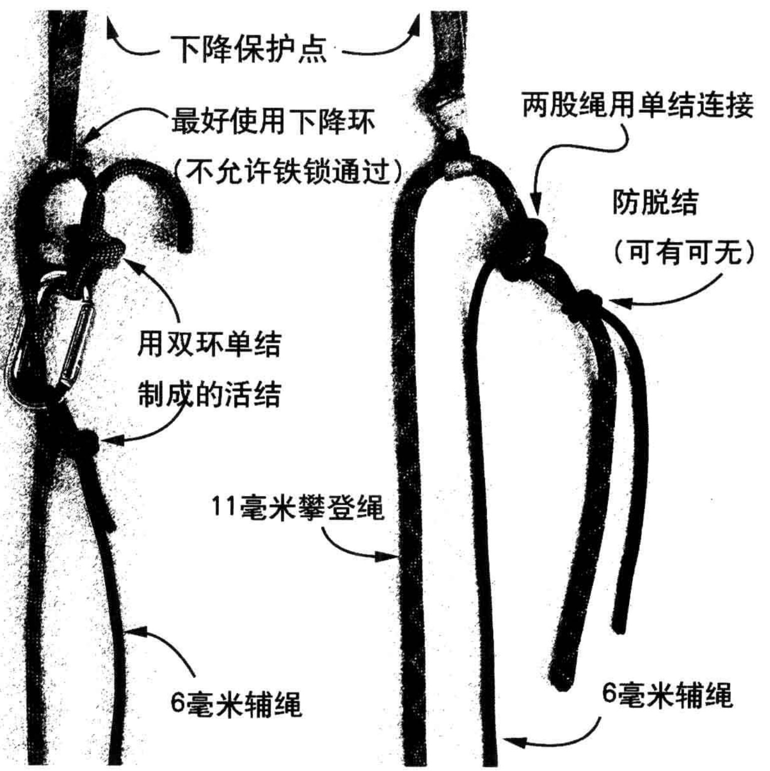
使用细绳进行先锋保护时，如果领攀者发生坠落，保护器对细绳产生的制动力比普通绳

索要小，所以领攀者和顶端保护点承受的冲击力更小。由于细绳具有更好的延展性和缓冲性，可以吸收更多的冲坠能量，所以在相同的坠落高度和冲坠系数下，滑出保护器的绳长会短一些；另一方面，细绳本身的延长幅度则比普通绳索要大。最终结果是，使用细绳时，领攀者一旦发生冲坠，总的冲坠距离会比使用普通绳索时稍长一些。因为细绳的缓冲性更好，所以你可以采用制动力更大的保护方式，例如半扣结。有些款式的保护器是专门为较细的绳索设计的，包括一些具有跟攀自锁功能的保护器，例如 Mammut Matrix、Petzl Reversino 等。Kong Gi-Gi、Black Diamond ATC-XP、Trango B-52 等保护器，既适用于普通绳索，也适用于细绳。

用非常细的绳索进行短距离的先锋保护

一些登山者在攀爬总体难度不是很高的路线时，会携带比一般的攀登绳更短更细的绳索，用来在难度较高的路段进行短距离的保护。遇到陡峭但不高的岩石台阶时，如果你的长绳套是用 7 毫米辅绳制成的话，你完全可以把绳结解开，用这条辅绳进行保护或是下降。7 毫米辅绳具有足够的强度，完全可以承受住低系数的冲坠。你可以用扁带套制作简易安全带，在上面扣一把铁锁用半扣结保护，也可以利用附近的天然保护点。辅绳的缓冲性能比攀登绳要差一些，如果领攀者发生冲坠，滑出保护器的绳长会比较长，如果绳尾有可能从保护器里滑出的话，一定要打好收尾结。

有些时候，绳子被冰冻得太硬，无法扣进保护器，只能采用半扣结或腰式保护。如果你



用辅绳配合单绳下降

采用腰式保护的话，一定要让两股绳子都穿过腰间的铁锁，尽可能增大制动力。

跟攀保护

跟攀冲坠比领攀冲坠造成的冲击力低得多。为跟攀者保护时，应把保护器或半扣结直接挂在保护站上，使用保护器的跟攀自锁模式，随时收紧绳子。选择保护器时，要注意与绳子的直径相匹配，例如用 Reverso 的自锁模式进行跟攀保护时，如果采用单绳操作，绳子直径不应低于 8.5 毫米，采用双绳操作时不应低于 8 毫米，更细的绳子应使用 Reversino 进行保护。用 B-52 进行先锋或跟攀保护时，如果采用双绳操作，绳子的直径不应低于 7.8 毫米。

解除自锁

具有跟攀自锁功能的保护器非常适合跟攀保护，特别是同时保护两名跟攀者。所有自锁保护器的结构都大同小异，相当于在传统的管状／板状保护器一侧或两侧增加了用来悬挂的圆孔，采用自锁模式时，用一把铁锁穿过圆孔把保护器挂在保护站上，绳子穿进保护器，攀爬端在上，制动端在下，用另一把横向铁锁的锁背部位固定。这样的设计是为了让保护者可以把保护器挂在比自己腰部高的地方，双手在面前收绳。如果跟攀者发生坠落，攀爬端会压紧制动端，达到自锁效果。

如果跟攀者在坠落之后处于悬空状态，或是处于无法继续攀登的位置，保护者通常有两个选择：解除自锁，把跟攀者放低一段距离，或是用滑轮系统把跟攀者拉上来。前一种选择通常比较省时省力，只需要解除保护器的自锁。

要解除自锁，传统的做法是把保护器上的横向铁锁抬高一点点，让绳子的攀爬端不再压迫制动端。因为绳子处于受力状态，所以在解除自锁之前一定要做好副保护，例如用绳子制动端在悬挂保护器的铁锁上打一个半扣结，否则铁锁被抬高时，绳子会不受控制地快速滑出保护器。要抬高横向铁锁，就要克服跟攀者的体重，这需要相当大的力量。你可以在比保护器高的地方另设一个保护点，挂一把铁锁起到导向作用，用辅绳一端连接保护器上的横向铁锁，另一端经过导向铁锁后连接脚套，用你自己的体重把横向铁锁抬高。架设这样一套系统不仅麻烦，而且由于导向铁锁的摩擦，作用在横向铁锁上的力最多只有你体重的 85%。

如果你能找到适合发力的落脚点，就可以采用另一种效率更高的办法，如图所示。首先做好半扣副保护，然后用一把铁锁通过抓结连接到绳子攀爬端作为动滑轮，用绳子中间的一段（也可以长扁带套或辅绳代替）一端固定，另一端连接到安全带上。把绳子制动端握在一只手里，双腿用力蹬地，由于动滑轮会把力量



用自锁模式进行跟攀保护的典型方式



解除自锁的一种方法

放大近 1 倍，你可以很容易地让滑轮以上的绳子松弛下来，然后迅速用另一只手解开保护器上的横向铁锁，改由半扣结受力。这之后只要拉紧制动端，双腿放松，就可以解下抓结和作为动滑轮的铁锁。如果你需要双手操作，也可以在半扣结上加一个止绳结（Mule Knot），具体打法见第 25 章。

采用传统的操作方法，你最多只能对横向铁锁施加约等于体重 85% 的力，并且给绳时需要持续发力。采用我所介绍的新方法，你可以对绳子施加接近双腿力量 2 倍的力，至少相当于体重的 2 倍以上，并且只需要坚持到把横向铁锁解开为止。传统方法需要一个临时保护点承受接近你体重 2 倍的力，新方法则是由整个保护站和你脚下的岩石分担比跟攀者体重略大的力。除此之外，采用新方法时，跟攀者只要回到适合攀爬的地方，就可以立即在半扣结的保护下继续跟攀。当然，如果你是悬挂在安全带上进行保护，找不到适合发力的落脚点，就无法使用第二种方法，所以传统的方法也必须熟练掌握。

如果你必须把跟攀者拉上来，就需要设置简单的 1/3 滑轮系统——在绳子上加一个抓结或上升器（双绳操作时只需在一股绳子上加上升器），连接铁锁作为动滑轮，把绳子制动端扣进这把锁，你就可以用力向上拉绳子了。保护器同时起到自锁和定滑轮的作用，所以你把跟攀者拉起一段之后，可以放松手里的绳子，把抓结或上升器向下移，然后再继续拉。由于保护器和动滑轮铁锁的摩擦，你需要提供的拉力要大于跟攀者体重的 1/3，并且每拉 3 米跟攀者才能上升 1 米，所以如果需要把跟攀者拉起比较长的距离，就会非常辛苦。如果跟攀者身上带着绳套或上升器，可以沿绳上升，就尽量不要采用这种费时费力的做法。



利用处于跟攀自锁模式的保护器设置1/3滑轮组



24 结组和修路

结组行军的速度比无保护攀登要慢得多，并且结组成员越多，效率就越低。在4级和较容易的5级地形上结组行进时，必须要尽可能提高效率。

三人搭档攀登时，可以采用第14章介绍的方法，把攀登绳对折后使用双绳操作，一人领攀，然后保护另两人同时跟攀。在许多情况下，这样攀登的总体速度比结组行进要快。需要注意的是，如果两名跟攀者同时坠落，并且都处于悬空状态，解除自锁就会非常费时费力。

行进间保护

行进间保护（Running Belay/Simul-Climbing）是指结组中的所有人同时前进，最前面的人随时设置保护点，最后面的人随时拆卸。这种行进方式通常适用于雪坡，但也可用于岩石地形。行进间保护要求结组总人数不超过三人，因为人多时行进节奏难以做到完全统一，效率非常低下。绝不要让绳子太松弛，或是把一部分绳子握在手里。如果队伍人数较多，结组的效率可能比修路还低。

结组中的任何一人都要尽力避免滑坠，这是结组行军的基本原则。走在最前面的人滑坠或许还好，但如果走在中间或后面的人滑坠，就可能会把在他前面的所有人都拉下去，导致顶端保护点承受所有人的体重。所以说，走在中间和最后的人要比走在前面的人更加小心，这与多段攀登正好是相反的。结组时，能力最强的登山者应走在后面，除非其他人都不具备判断路线和设置保护点的能力。

结组出发时，第一个人先走，在绳子绷紧之前，第二个人应按正常先锋保护的方式对他进行保护。等到第一个人设好第一个保护点，把绳子扣进去，第二个人就可以拆除保护站准备攀登了。绳子绷紧时，如果第二个人还没有解除保护，可以直接出发，把保护器留在绳子上，因为结组最重要的就是效率。

结组横切或斜切时，绳子要处于上山一侧，这样一旦发生滑坠，绳子不会绊到你。三人结组时，处于中间的人如果是用铁锁和蝴

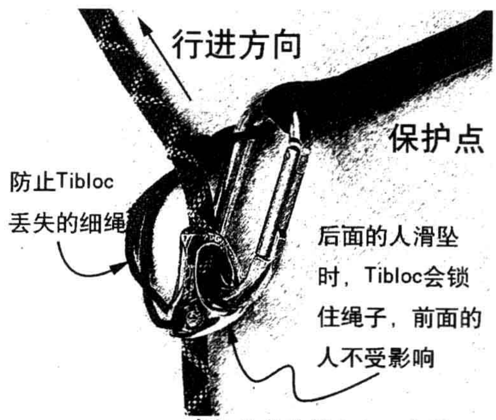


三人结组攀登雪坡的标准方式

蝶结与结组绳连接，在经过保护点时就可以直接让绳结通过铁锁，不必把结组绳从铁锁中解开，具体方法如图所示。

使用Tibloc

Tibloc 是 Petzl 生产的一款超轻型上升器，需要与铁锁配合使用。如果第一个人在保护点铁锁上加一个 Tibloc，把上升方向设为与行进方向相反，走在后面的人滑坠时就会被 Tibloc 拉住，不会影响到前面的人。Tibloc 对绳子产生的最大拉力约为 4kN，而后面的人滑坠产生的冲击力通常不到 1kN，所以这样的操作是安全的。如果第一个人滑坠，承受冲击力的是保护点铁锁，不是 Tibloc。Tibloc 的数量不需要很多，因为第一个人与其他人之间只需要有一个 Tibloc 就够了，并且结组行军时，保护点之间的距离通常比较长。第二个人解除 Tibloc 时，应通知第一个人设置下一个 Tibloc。



在保护点铁锁上加一个Tibloc

三人结组时，中间的人必须把绳子从保护点铁锁中解下来才能拆掉 Tibloc，所以 Tibloc 更适合双人结组。记得给每一个 Tibloc 拴上用 3 毫米细绳制作的绳套，随时扣在铁锁里，



蝴蝶结通过中途保护点的方式

以防操作时失手掉落。

如果采用三人结组，中间的人也可以用Tibloc与结组绳连接，上升方向设为与行进方向相同，这样他就可以灵活把握行进节奏，在前后的人停下来时还可以继续攀登。如果前面的人滑坠，Tibloc会锁住绳子，让中间的人承受冲击力。如果后面的人滑坠，中间的人不会受到影响。使用Tibloc连接结组绳时，中间的人也可以像使用蝴蝶结时那样通过中途保护点，不必把结组绳从铁锁中解开。

效率

结组行军的效率不一定比多段攀登更高。进行多段攀登时，领攀者可以由能力最强的人担任，跟攀者则不必担心坠落，并且可以用绳子借力，即使是陡峭的冰雪坡和较难的岩壁也可以快速攀爬。结组行军时，整体速度完全取决于最慢的人，所以只有当队伍的所有成员都具备足够的经验和技术，并且体能相差不大时，结组行军才能达到比较高的效率。这样一支队伍可以随机应变，在不同难度的路段采用不同的保护方式。

固定路绳

如果队伍里的人数太多，设置固定的路绳往往是最有效率的方法。即使只有一条绳索，也可以在难度或危险性比较大的路段临时用作路绳，等到最后一人攀爬时，再改用跟攀保护的形式。

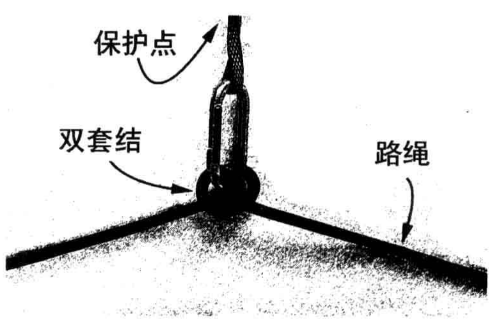
沿路绳向上攀登是最安全的，因为攀登者一旦坠落，立即就会被绳子拉住，冲坠系数非常小。沿路绳横切时，攀登者如果坠落，则有可能造成很多问题：如果坠落者与绳子之间不使用抓结连接，就会沿绳子的走向继续滑坠，并可能影响到绳子上的其他攀登者；如果绳子拉得比较紧，就会对两端保护点造成非常大的冲击力；如果路线下方的地形无法攀登，坠落者可能会被捆住，难以爬回来。

修路

修路的目的是提供安全保护，绝不只是为攀登者提供心理上的安全感。修路时，走在前面的人可以像先锋攀登那样，让绳子自由通过每一个中途保护点的铁锁，也可以每到一个保护点就把下面的绳子收上来，用双套结或蝴蝶结固定在保护点上，然后继续前进。把绳子固定在每一个中途保护点上的好处在于，其他人沿路绳攀登时只要彼此相隔至少一个保护点，就不会互相影响，无论是用绳子借力还是发生坠落。这种固定方式的缺点在于，每个中途保护点都必须能承受向上的拉力，在岩石地形上通常很难做到这一点；如果沿路绳行进的人是用抓结连接到路绳上，通过保护点就需要相当长的时间。如果绳子仅仅是扣进每个中途保护点的铁锁里，沿路绳行进的人就可以直接让抓结绳套从铁锁中穿过，没必要解开抓结。如果走在前面的人每设置一个保护点都要进行收绳、理绳、打结的操作，效率就会非常低，并且在第一个保护点之后就基本相当于无保护状态。常见的方式是第一个人正常先锋攀登，设好顶端保护站之后，第二个人再在上升过程中把绳子固定在每一个中途保护点上。

连接方式

上升时，登山者连接到路绳的基本方式共



路绳在中途保护点上的固定方式

有四种。无论采用哪一种连接方式，都可以用菊绳上的小铁锁扣在路绳上作为副保护。无论上升还是下降时，副保护的位置都应该比连接点高。第一种基本连接方式是使用普通的上升器，在需要设置多段路绳的登山活动中，这是最常见的方式。通过保护点时，应先把副保护铁锁扣在保护点或上方路绳上，再打开上升器，扣在保护点与副保护铁锁之间的路绳上，然后继续攀登。戴着厚手套单手操作上升器是一件麻烦的事情，需要事先进行一些练习。第二种基本连接方式是使用 Tibloc。Tibloc 的重量比普通上升器更轻，安全性基本相同，并且不需要用手去推，在大多数情况下是个不错的选择。第三种基本连接方式是使用抓结，在横切时最为常见，因为普通上升器和 Tibloc 都只能单向锁定，而抓结可以双向锁定。

第四种基本连接方式是直接用铁锁扣在路绳上，这样如果登山者发生坠落，距离会比较长，但是行进效率最高，并且不会受到同一段绳子上其他登山者的影响。在难度不是很大的地形上采用这种方式，可以提高行进速度。

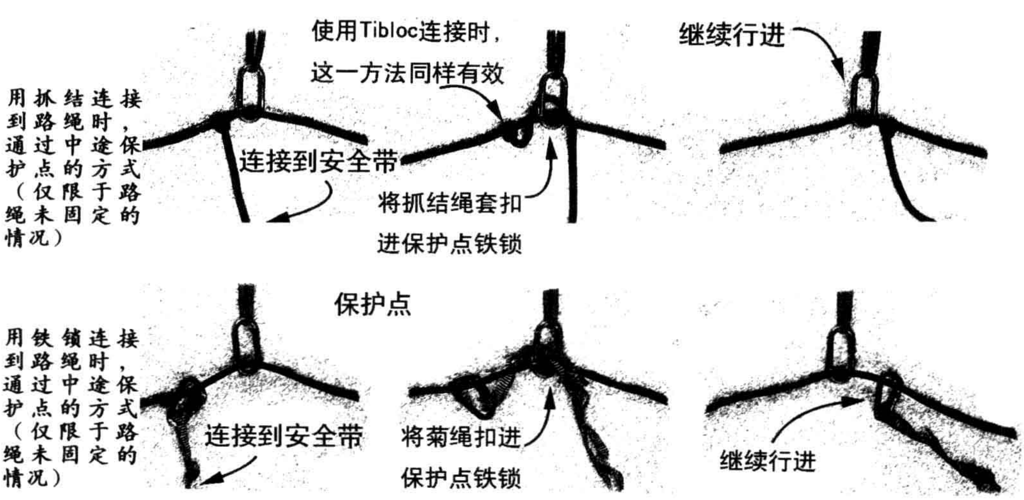
倒攀

有些时候，沿路绳倒攀的效率比下降更高。使用普通上升器时，可以单手把上升器的指扳控制在半张开的状态，一旦意外坠落，只要松手即可让上升器锁定路绳。如果使用 Tibloc，这样做会比较麻烦。使用抓结时，无论是上升还是下降，都要用手控制抓结，否则抓结在拉力下会自然锁紧。如果需要倒攀的路段难度比较大，可以在下方绳子上打一个蝴蝶结，这样即使上升器或抓结没能锁紧，坠落者也会在蝴蝶结的位置停下来。在低难度的地形上，路绳往往只需要固定两端，中间不必设置任何保护点。只要队伍中的所有人都具备路绳操作的基本技术，就可以快速通过这样的地形。

下降

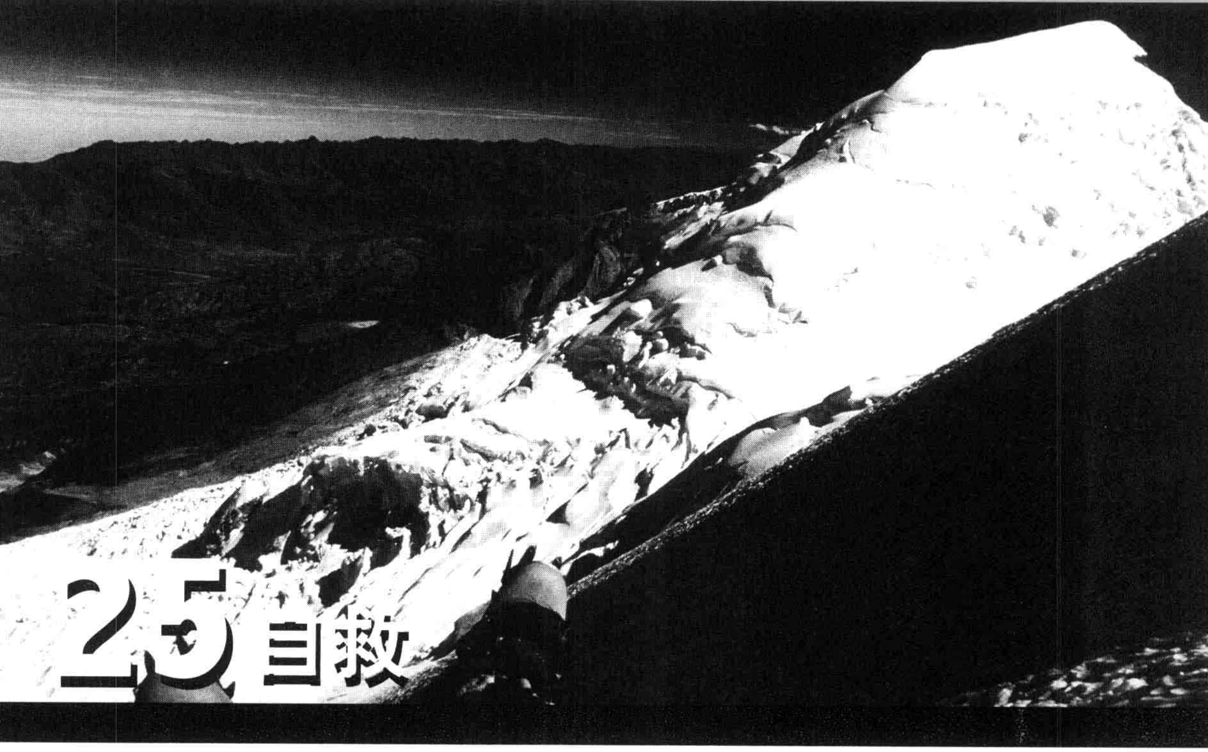
队伍人数较多时，下降很容易出差错，所以最好由一名经验丰富的攀登者统一安排，检查每个人的操作是否正确。当队伍比较疲劳，或是在特殊情况下（例如在黑暗中）下降时，尤其应该这样安排。

第一个下降的人需要设置下一个保护点，在下降途中整理绳子，如果绳子卡住的话，还有可能需要进行下降换上升的操作，所以应该由能力较强的攀登者担任。尽量不要把新手或精疲力竭的人留在最后一个下降，如果实在不



得已，可以先帮这个人把绳子扣进下降器，检查之后再开始下降。在你下降的过程中，绳子会保持绷紧状态，所以上面的人没有坠落的危险。当你到达下一个保护点之后，就可以喊上面的人解除副保护开始下降。如果上面的人在下降中失去控制，你只需要从下方把绳子拉紧，就可以起到制动作用。

如果队伍人数非常多，绳子只有一条，下降距离超过绳长的一半，可以先让大部分人单绳下降一整段绳长，最后一个人再无保护倒攀下来，或者分两段下降，这样比所有人都分两段下降要快。



25 自救

做好思想准备

自救是指登山者在遇到落石、雪崩、坠落等突发意外情况时，依靠自身力量采取的应急举措。打卫星电话求援并不属于自救的范畴。大多数攀登教科书对自救技术的描述，都是建立在队伍人数较多、装备充足、保护点容易设置的基础之上的，但在实际攀登过程中需要自救时，队伍人数往往很少，并且至少有一人受伤，装备比较缺乏，大多数装备都在受伤者身上。自救的操作非常复杂，在实际攀登过程中很少有机会用到，必须专门练习。这一章里不会介绍太多的具体操作，而是以总结原则为主，因为记住具体操作并没有太大用处，理解原则才是最重要的。如果你要从零开始自学自救操作，就会花费大量的时间，并且可能有弄不懂的地方，所以最好能向有经验的攀登者或职业向导请教，或是参加专门的培训课。

记住，判断永远比操作更重要。之所以我会在这一章中总结自救技术的基本原则，就是为了帮助你培养你自己的判断力，这样在山上需要用到自救技术时才能做出更正确的判断。

- 首先，尽一切努力避免你自己陷入需要自救的情况。自救并不仅限于技术攀登；任何情况下，只要有人在可能发生危险的环境中受伤，就需要进行自救。无论是下降时发生意外，还是在低难度的3级地形上不慎摔伤，都需要登山者进行自救。因为行程延误而被迫露宿，也可以视为自救的一种形式，因为露宿是为了避免夜间行动的危险。登山时要随时保持头脑清醒，预见到未来可能发生的危险。这并不是说每一步都应该谨小慎微、畏首畏尾，只是说你必须做好应对危险的心理准备。

- 如果意外已经发生，首先要让自己镇定下来，不要在震惊和恐惧中匆忙采取行动。如果队伍人数较多，或是有人受伤较严重，你的心情可能难以平静下来，这种时候最需要努力保持头脑清醒。

- 尽可能充分了解情况，包括受伤人数和状况，有能力参与救援的人数，手头的装备物资和其他资源，所在位置的偏远程度，自救所要达到的最终目的，等等。最重要的是判断

可能发生的危险，因为无论是自救还是救援他人，首先要确保救援者不发生危险。

● 快速判断受伤者的状况。如果需要跟别人讨论，最好在受伤者听不到的地方进行。了解受伤者的伤势究竟有多严重，是否还有行动能力，是否能参与自救。有些时候，即使没有受伤的人也会需要救援，例如坠下悬崖或掉进冰裂缝，悬空挂在绳子上，没有能力或没有条件沿绳上升的人。在野外，如果受伤者的伤势危及生命，几乎不可能进行有效的急救。大多数情况下，制订切实可行的自救或救援计划，比对伤者进行急救更重要，即使伤者本人强烈要求急救（能够“强烈要求”是一件好事，说明伤者至少意识还清醒。如果伤者已经失去了意识，或是虽有意识却无法沟通，情况就比较严重了）。当然，如果你能安全到达伤者身边，对其进行有效的检查和急救，那就尽快去做。注意保护伤者免受进一步的伤害。

安全带悬挂症

健康的攀登者在凌空悬吊、完全由安全带承受体重时，如果身体完全不动，10分钟左右就会陷入昏迷；受伤或意识模糊的攀登者昏迷的速度更快。如果一动不动悬挂的时间达到30分钟，大部分人都会死亡。这种现象被称为“安全带悬挂症”（Harness Hang Syndrome），过去常常与失温混淆，只是最近才被鉴别出来。按照高空施工的行业安全标准，任何丧失行动能力、完全由安全带承受体重的人，都必须在4分钟内得到救援。只要悬挂者的躯干或腿部稍有移动，无论是主动还是被动，都可以避免出现安全带悬挂症，所以当你悬挂在安全带上时，要注意经常活动肢体，否则一旦昏迷就会丧失活动能力。

● 记录队伍所拥有的资源，包括攀登装备、急救器材、工具、食物、饮水、燃料等。即使是表面上看起来没有用的东西，也有可能在某些场合派上用场。如果队伍被分隔开来，要尽可能喊话沟通。出发前最好能了解你的队友们携带的装备、物资和急救器材情况，但是大多数人都不会这样做。

● 制订出救援计划，让所有人都理解计划的内容。由一个人负责指挥，其他人必须服从安排，讨论和争执只会浪费时间、降低效率。指挥者应该是最擅长统筹安排的人，并不一定是攀登技术或急救技能最出众的人。制订计划时必须三思，因为计划一旦开始执行，就很难临时更改。

● 如果需要进行绳索操作，每一步都要仔细检查，避免发生任何错误。大多数登山者很少有机会练习自救操作，出错的可能性比较大，所以检查过程尤其重要。

双人搭档攀登时，如果你的搭档坠落后需要救援，而你负责保护，那么你只有两种选择：要么留在保护位置，把搭档放下去或者拉上来；要么把绳子固定在保护站上，沿绳攀登或下降到搭档的位置。下面介绍的具体操作都是用来应对这两种情况的，以先锋保护时遇到的情况为主，但也适用于跟攀保护和冰裂缝救援。并不只有先锋冲坠才是危险的。跟攀者有可能发生钟摆式坠落，也有可能被困在难度较大的地段，既没有能力爬上来，又没有足够的绳长被放下去，并且随身没有携带抓结绳套或上升器，这时该怎么办？如果领攀者并没有发生冲坠，但是绳子在岩壁上的摩擦太严重，领攀者抽不动绳，又找不到地方设置保护点，这时该怎么办？

“下”比“上”好

无论情况如何，只要有条件把你的搭档向下放，让其到达安全的位置，就应该尽量这样做，因为这是效率最高、花费时间精力最少的做法。当你把搭档放到安全的位置后，很可能需要脱离保护，把绳子固定住，以便让你自己

能够自由行动。

脱离保护

脱离保护的基本目的是把保护器承受的拉力过渡到稳固的保护站上。拉力的大小约相当于你搭档的体重，所以保护站的强度不需要很大，但是必须绝对可靠。构成保护站的各保护点受力可以不必均衡，但是必须要有至少两个保护点，因为整个系统的安全都维系在保护站上，并且你在紧张状态下设置保护点时很可能会出错。

保护器挂在保护站上

如果保护器是挂在保护站上，你只需要锁定绳子的制动端就可以脱离保护。在整个操作过程中，你自己必须随时处于有保护的状态，并且连接到保护站的菊绳或扁带套不能太短，以免影响操作。

如果你使用挂在保护站上的管状保护器进行先锋保护，首先把绳子制动端从挂保护器的铁锁中穿过来，然后在锁背上打一个止绳结，具体打法如图所示。这样既可以锁定绳子的制动端，让你腾出双手进行其他操作，又可以在需要时迅速解开，无论绳子是否处于绷紧状态。整个过程都必须用单手操作，因为另一只手必须握住绳子制动端贴近保护器的位置。

你也可以把止绳结打在绳子的攀爬端上，但是没有必要；在锁背上打结通常要容易一些。首先把止绳结收紧，然后再慢慢松开抓住制动端的手。同样的方法也可用在下降过程中，只要把下降绳在下降器处打一个止绳结，就可以腾出双手进行操作。为了避免止绳结意外松脱，最好将形成的绳圈用锁扣在绳子上或保护站上。

半扣止绳结的打法与此非常相似，只不过更适合打在绳子攀爬端上而不是锁背上，如图所示。

锁定绳子的制动端后，你就可以继续下一步操作了。无论你打算把搭档放下去，拉上来，还是沿着绳索攀爬到搭档身边，都应该先在绳子攀爬端上打一个抓结，连接到保护站作为副保护。

保护器挂在安全带上

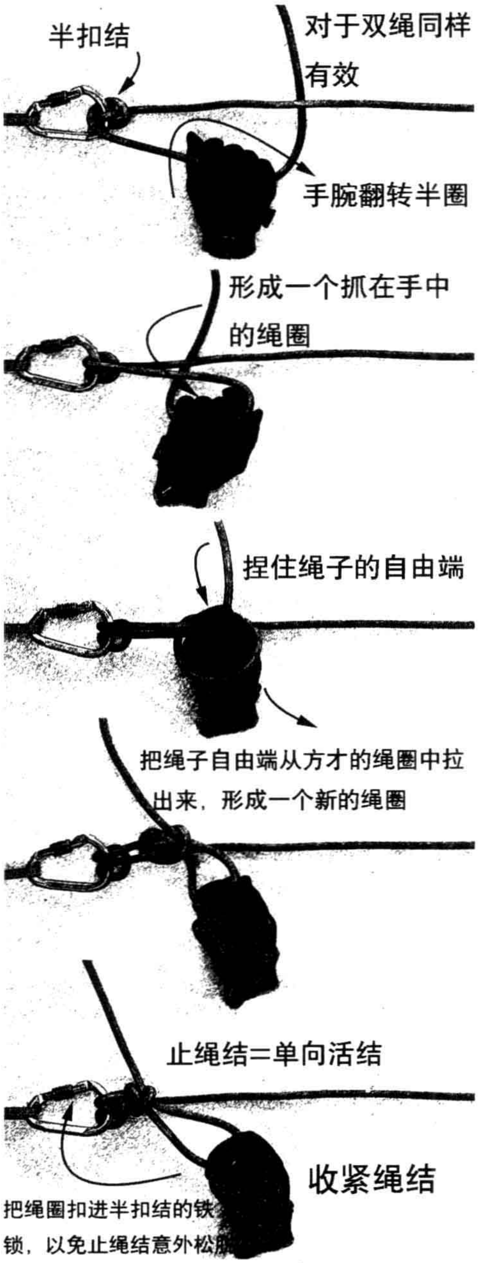
如果保护器是挂在你的安全带上，你就需要把安全带承受的拉力转移到保护站上。在岩石地形上进行先锋保护时，底端保护站往往不适合承受向上的拉力，需要重新设置受力方向合适的保护站。由于你的身体仍然需要承受搭档的体重，所以活动范围会受到限制，无论是建立新的保护站还是使用原有的保护站，都只能在非常有限的范围内进行。

首先把绳子制动端在腿上缠几圈，腾出双手进行操作。设置或调整好保护站之后，在绳子攀爬端上打一个克氏抓结，抓结绳套的另一端在保护站受力点的铁锁上打一个带止绳结的半扣结，如图所示。

把止绳结的绳圈扣进铁锁，以免意外松脱。抓结绳套的长度至少要有 80 厘米，最好



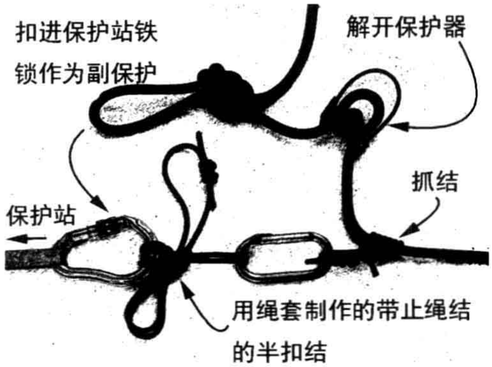
用止绳结锁定ATC保护器的制动端



半扣止绳结的打法

能直接用 6 毫米长绳套制作。为了避免绳套上的双渔人结影响操作，可以用一个绳套制作抓结，另一个绳套制作止绳结，二者用一把铁锁相连。

连接妥当之后，把缠在腿上的绳子解开，

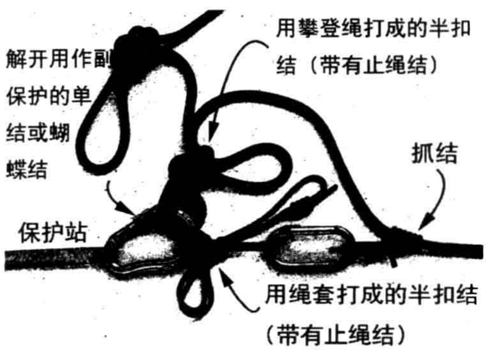


用绳套制作带止绳结的半扣结，用来把绳子的拉力转移到保护站上

慢慢给绳，直到拉力由保护器过渡到抓结上为止。在绳子制动端上打一个单结或蝴蝶结，把形成的绳圈扣进保护站铁锁里作为副保护。注意单结与抓结之间的绳长必须大于制作抓结的绳套长度，否则一旦用绳套打成的止绳结意外松脱，你就再没有办法把绳子从保护站上解下来。解开保护器，现在你已经脱离了保护，可以自由行动了。

放绳下降

把拉力转移到保护站上之后，如果你需要用攀登绳放你的搭档下降，可以解除绳子上的副保护绳结，在保护站铁锁上打一个半扣结，尽量收紧，然后用止绳结锁定制动端。解开抓结绳套上的止绳结，通过半扣结把绳套放长，拉力就会自然过渡到新打的半扣结上。解开抓结，收好绳套，把绳子制动端握在手里，解开



用攀登绳在保护站铁锁上打一个半扣结，用来给绳



用抓结沿绳上升

绳子上的止绳结，你就可以自由控制给绳了。如图所示。

是否听起来非常复杂？如果你跟你的搭档一起模拟演练一下，就会发现只要你们能理解每一步操作的目的，所有这些操作其实都非常简单。

沿绳上升

脱离保护之后，你通常有两种选择：把你的搭档放下来，或是攀登到其身边去。除非万不得已，尽量不要做出后一种选择，因为如果你在攀登过程中也遭遇到危险，你们就会处于非常被动的局面。如果你的搭档因受伤或其他原因无法活动肢体，只能一动不动地挂在绳子上，就会在10分钟之内因安全带悬挂症而陷入昏迷状态，所以你必须及时到达其身边。最简单的方法是把攀登绳当作路绳，在上面打一个抓结作为保护，用类似沿路绳行进的操作方式通过每一个中途保护点。与路绳不同的是，攀登绳因为承受了你搭档的体重，所以处于绷紧状态，通过保护点时可能要费一番气力。

如果遇到无法攀登的地形，你就只能沿绳上升。沿绳上升尽管操作并不复杂，但是非常费时费力，所以事先必须考虑清楚，究竟还有没有效率更高的解决方案。沿绳上升的要诀在于事先准备好长度合适的抓结。连接安全带的抓结绳套长度通常为60厘米左右，打好的抓结约处于你的前额位置，用作脚套的抓结绳套则应在120厘米或更长。你也可以用扁带套延长抓结绳套作为脚套。如果有可能需要在坠入冰裂缝后沿绳上升，最好用120厘米扁带套制成简易的胸式安全带，行进时把绳子用一把铁锁扣在胸式安全带上，这样当你坠落时就不会被背包的重量拉翻。登山者通常不需要像探洞者那样进行长距离的沿绳上升，所以也不需要专用于沿绳上升的装备和操作。

抓结的类型

抓结绳套通常用4～6毫米辅绳制成，越细越软的绳套摩擦性能越好。传统的普鲁士抓结（Prusik Knot）打法太麻烦，今天已经很少使用。最常用的是克氏抓结，不仅适用于绳套，也适用于尼龙扁带套。巴克曼抓结对绳子的摩擦力比克氏抓结略小，但是更容易用一只手控制。克氏抓结的打法见第13章，普鲁士抓结和巴克曼抓结的打法见附录部分。抓结具有双向锁定的特性，而上升器则为单向锁定，二者分别适用于不同的场合。



用尼龙扁带套制作克氏抓结

沿绳下降

当你的搭档在跟攀时遇到问题需要帮助时，如果你们之间的距离不到绳子总长的一半，你就可以直接下降到其身边。如果你是用打在保护站铁锁上的半扣结进行跟攀保护，需要首先打一个止绳结锁定半扣结的制动端，然后用抓结固定攀登绳的攀爬端，抓结绳套的另一端在半扣结的铁锁上打一个新的半扣结，用止绳结锁定；解开原来半扣结上的止绳结，慢慢给绳，让抓结承受你搭档的体重；解开原来的半扣结，让绳子直接从保护站铁锁中通过，在原先的绳子制动端上穿好下降器，让绳子承受体重，然后解开绳套半扣结上的止绳结，拆除抓结，你就可以下降了，此时你和搭档的体重分别由绳子的两端承受。即使两个人的体重相差较大也没有关系，因为保护站铁锁的摩擦，绳子不会发生滑动。当你到达搭档的位置时，可以用菊绳或短绳套与其连接，然后继续下降，等到菊绳拉紧后，绳子就会开始在保护站铁锁处发生滑动，达到两人同时下降的目的。

收绳

沿绳上升技术也常用于冰裂缝自救。绳子表面粘有冰雪时，抓结和上升器很容易滑脱，所以你每沿绳上升 2 ~ 3 米，就应该把下面的绳子收上来，打一个单结挂在安全带的腿带或保护环上（绝不要挂在装备挂环上）。如果你下方的冰况比较复杂，有可能把绳子挂住或卡住，就需要一边上升一边收绳，让所有绳子都挂在你的安全带上。沿绷紧的绳子上升时，你不可能把下面的绳子收上来，所以最好把菊绳上的铁锁扣在绳子上作为副保护，这样即使抓结或上升器失效，你也会被下面的中途保护点挂住。

更糟糕的情况

如果绳子并非垂直向上，而是处于倾斜状态，沿绳上升就会非常困难。有时绷紧的绳子会在中途保护点、岩石棱角或冰裂缝边缘形成转折角，如果你无法把抓结推过去，就只能踩着脚套尽可能站直，在更高的位置重新打一个抓结，代替原先连接安全带的抓结。每次经过中途保护点时，都要先把菊绳上的铁锁扣进保护点上方的绳子上作为副保护。这些操作不仅会给你造成极大的心理压力，而且会花费大量的时间。

滑轮系统

用滑轮系统拖拽坠落到下方的攀登者，只能作为万不得已的选择。要想把一个人拖上来，你必须对绳子施加至少两倍于其体重的拉力。如果救援者只有你一个人，无论如何都不可能徒手对绳子施加这么大的拉力，只能借助滑轮系统。

1/3滑轮系统的局限性

如果被拖拽的人不配合，一个人不可能用 1/3 滑轮系统把另一个人拖拽上来。即使用专门的登山滑轮架设 1/3 滑轮系统，由于滑轮摩擦的关系，实际的拉力放大比率也只有 1 ：2 左右；如果用铁锁代替滑轮，实际效率就更低了。就算你双手都利用抓结或上升器拉绳，用上全部的力气，也只能对绳子产生 0.5kN 左右的拉力，并且只能持续很短暂的时间。通常情况下，用手拉绳所能产生的持续拉力不会超过 0.25kN。如果你有足够的活动空间，可以用抓结把绳子连接到安全带上，双腿用力下蹬，产生更大的拉力，但在实际攀登中很难有这样的条件。

这就意味着在通常情况下，你通过 1/3 滑轮系统只能对被拖拽者产生 1kN 左右的拉力，并且持续很短暂的时间。如果被拖拽者的体重比较轻，你每次可以将其拉上一点距离，但是速度非常慢，并且非常费力。



增加手对绳子的拉力

实际情况下，绳子的性能和新旧程度，绳子与岩壁和中途保护点的摩擦，你的身体状态、所处位置和发力姿势，对拉力都有比较大的影响。无论如何，单凭一个人的力量用 1/3 滑轮系统拖拽另一个人，都是极端困难的事情。

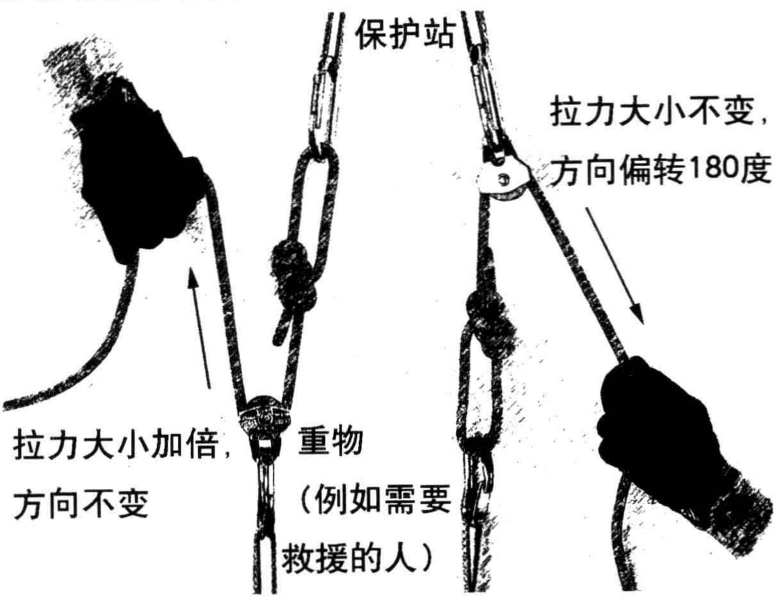
要想在实际救援过程中发挥作用，你需要省力程度更高的滑轮系统，尽管架设这样的滑轮系统需要更多的装备和时间。我会首先分析各种救援用滑轮系统的基本原理，然后再举出几个具体例子。

滑轮原理

简单的理想滑轮可分为两类，定滑轮与动滑轮。定滑轮是指转动轴固定的滑轮，可以让拉力方向偏转 180 度，但是不能增加拉力的值。动滑轮是指转动轴连接到受拖拽物体上的滑轮，可以将拉力的值加倍，但是不能改变拉力的方向。

实际情况下，由于摩擦力的存在，滑轮的工作效率不可能达到 100%。滑轮的直径越大，通过滑轮的绳索直径越小，整体效率就越高。如果用直径只有 10 毫米的铁锁作为滑轮，让直径 11 毫米的攀登绳从中通过，就会产生相当大的摩擦力。影响滑轮效率的因素除了滑轮与绳子的直径差，还包括滑轮的结构、绳子的性能和新旧程度、拉绳速度，以及很多其他因素。下面列出的数据只是通常情况下的效率范围。

直径 54 毫米的传统救援用滑轮配合攀登绳索使用时，效率可达 91% ~ 96%。直径较小的登山用滑轮配合攀登绳索使用时，效率约为 83% ~ 85%。用铁锁作为滑轮时，效率通常只有 50% ~ 70%。如果将两把铁锁背靠背并在一起作为滑轮，就会进一步降低效率。假设你的铁锁作为滑轮时的效率为 65%，系统中存在两个滑轮时，总效率就只有 65% × 65%=42.25%，也就是说用这样两个滑



动滑轮与定滑轮

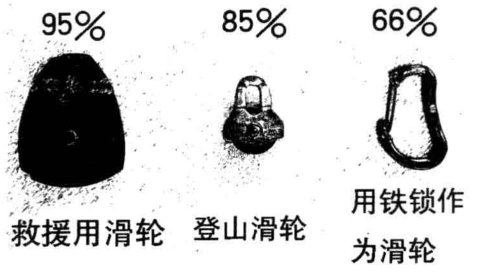
滑轮效应

我们在第 11 章里已经分析过，在绳索操作中，攀登者很容易不自觉地制造出滑轮效应，导致绳子或保护点承受更大的力量。例如，如果你把保护器挂在安全带上进行跟攀保护，用挂在上方的导向铁锁改变制动力的方向，当跟攀者发生冲坠时，导向铁锁受到的力就会接近冲击力的 2 倍。也有很多情况下，滑轮效应起到的是积极的作用，例如在你系紧鞋带的时候，穿鞋带的环所受到的合力接近鞋带张力的 2 倍。

轮构建的 1/3 滑轮系统，实际拉力放大比率只有 1 ∶ 1.3 左右。在可能用到滑轮组救援技术的场合，最好随身携带 1 ~ 2 个简易滑轮，例如与 O 形铁锁配合使用的 Petzl Ultralegere。

现在让我们开始建立滑轮系统。增加拉力最简单的方式是采用单个动滑轮：把滑轮的转动轴与被拖拽的物体或人连接，用绳子穿过滑轮，一端固定，对另一端施加拉力。不考虑滑轮效率的影响，这样可以使拉力加倍，但是拉动距离也会加倍。如果有人落入冰裂缝，上面有很多人救援，可以采用这种方式把下面的人拉上来。滑轮不一定要连接到下面的人身上，通过抓结或上升器连接到绳子上也可以达到同样的效果。当你需要向下拉绳子时，如果能在旁边设置能承受向上拉力的保护点，也可以把滑轮通过抓结连接到绳子上，用余下的绳子或辅绳一端固定在保护点上，另一端通过滑轮连接到你的安全带，然后用全部体重向下压。使用登山滑轮时，这样约可产生相当于你体重 200% × 85%=170% 的拉力，如果绳子在上面卡住了，这样大的拉力或许可以把卡住的地方拉松。

如果你只能用双手拉绳子的话，拉力通常不会超过 0.25kN，经过动滑轮放大后约为 0.4kN。绳子与岩石、冰雪和中途保护点



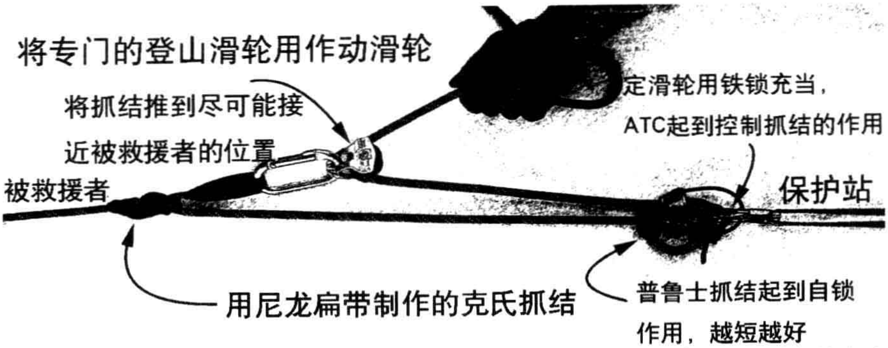
不同滑轮的效率

之间的摩擦都会降低总体效率，例如把冰镐柄垫在冰裂缝边缘，让绳子在上面通过，会导致效率降低约 25%，用背包垫在裂缝边缘会使效率降低 30%，如果绳子直接与冰裂缝边缘发生摩擦，效率就更低了。所以，即使有两个人在上面用双手拉绳子，并且用冰镐垫在冰裂缝边缘，通过单个动滑轮也只能产生 $2 \times 0.25 \times 0.85 \times 0.75 \approx 0.32$kN 的拉力，远远不够把掉进冰裂缝的人拉上来。这种情况下，要么让裂缝里的人自己沿绳上升，要么组织更多的人去拉，要么换用比率更高的滑轮系统。

1/3滑轮系统

前面已经说过，1/3 滑轮系统如果用专门的登山滑轮架设，实际的拉力放大比率约为 1 ∶ 2，再考虑到绳子在冰裂缝边缘的摩擦，最终的拉力放大比率只有 1:1.5。两个人合力救援时，可以产生 $0.25 \times 2 \times 1.5=0.75$kN 的拉力，勉强能拉动一个体重较轻的人。如果救援的两人能用体重或安全带施加拉力，就可以产生更大的合力，拉动一个人绰绰有余，这也是三人结组技术最常用于冰川行进的原因。无论滑轮系统的实际拉力放大比率有多少，救援者需要拉动的绳长都等于被救援者移动距离的 3 倍。

1/3 滑轮系统由一个动滑轮和一个定滑轮构成，基本结构如图所示，以下是架设时的一些注意事项。如果在定滑轮位置用抓结起到自动锁定作用，那么抓结的绳套要尽可能短，否



只有一个滑轮时，1/3滑轮系统的架设方法

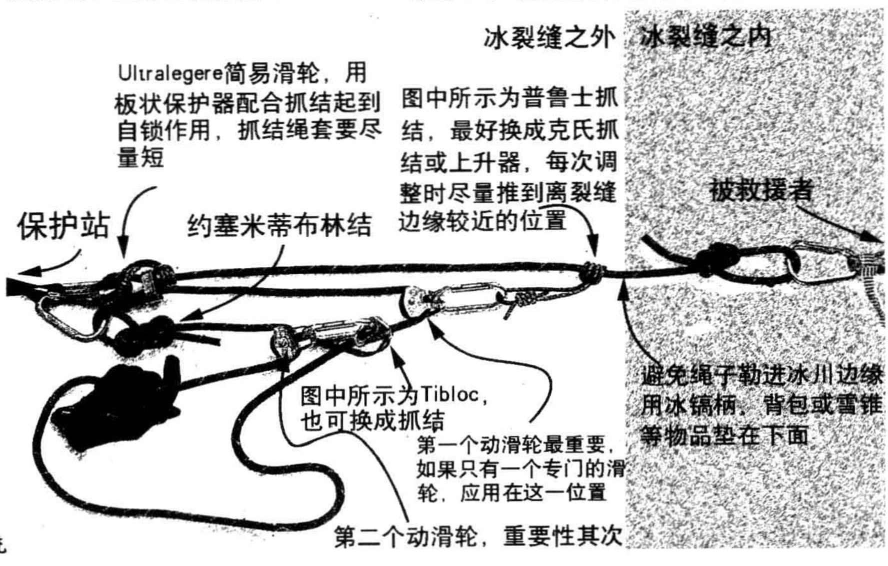
则每次锁定时都会浪费一点绳长。你可以专门用6毫米扁带做一个短绳套，也可以使用带有自锁功能的单向滑轮，或者铁锁+Tibloc的组合。如果没有合适的自锁方式，就必须由一个人专门负责操作定滑轮处的抓结，这样就需要更多的人手。定滑轮处的抓结应采用普鲁士抓结，不要使用巴克曼抓结或克氏抓结，因为前者对细绳的摩擦力不足，后者一旦拉紧就很难自行松开。对于直径较粗的绳子，抓结只需要绕两圈即可，对于9毫米以下的绳子则需要绕三圈。至于将动滑轮固定在绳子上的抓结，则可以使用克氏抓结，或是用上升器代替。动滑轮是影响整个系统效率的主要因素，所以如果只有一个专门的滑轮，应用在动滑轮处，定滑轮则由铁锁充当。如果所有人都没有携带滑轮的话，定滑轮和动滑轮都只能用铁锁充当，滑轮系统的实际拉力放大比率只有1 ： 1.3左右。

具有跟攀自锁功能的保护器也可以用作定滑轮，具体设置方法见第23章，其效率比铁锁+抓结的组合更低。

保护点受力

我在第11章中已经分析过，使用滑轮系统进行救援时，保护站承受的拉力不会超过被救援者的体重。那种所谓“滑轮系统会导致保护点承受很大拉力”的说法，不过是无稽之谈。

双人结组攀登时，一旦你的搭档需要救援，你基本不可能全凭自己的力量用1/3滑轮系统



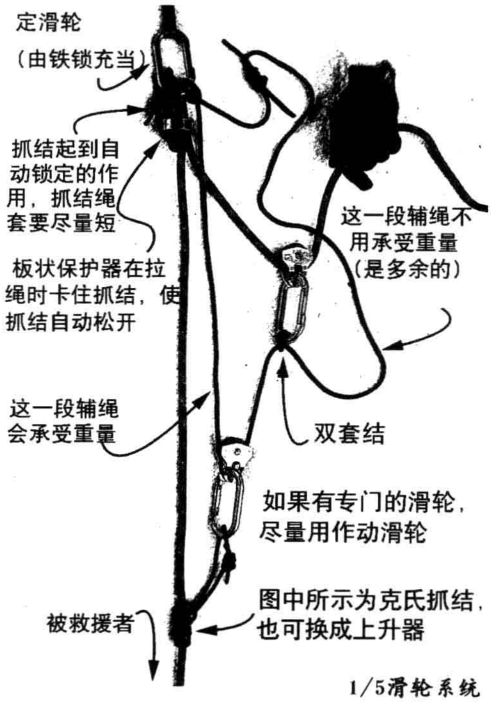
1/6滑轮系统

将其拉上来。如果有条件，你可以把绳索中段固定在保护站上，另一头丢下去，让你的搭档自己沿绳上升。如果你的搭档已经丧失了行动能力，或是绳长不够，你就必须架设更复杂的滑轮系统。

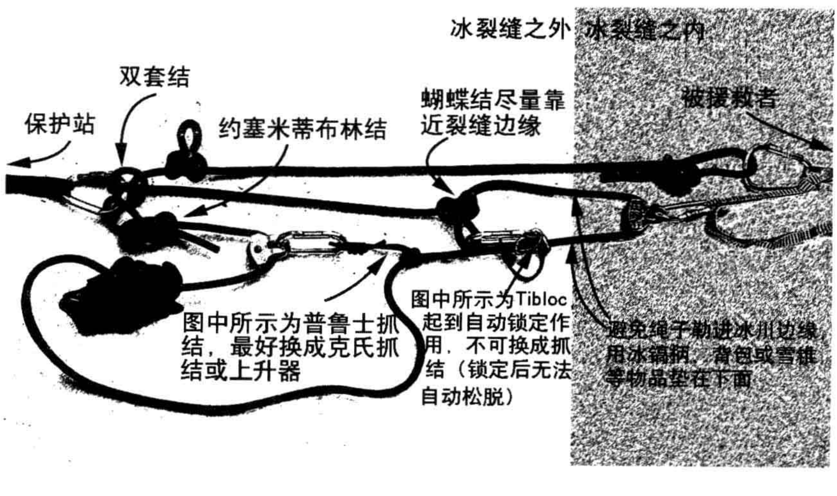
1/4、1/5和1/6滑轮系统

越是复杂的滑轮系统，需要的装备就越多，操作起来也越不方便。1/6滑轮系统应该算是规模不大的登山队伍所能采用的最复杂的滑轮系统了。1/6滑轮系统的理念非常简单：用一个1/2滑轮系统与一个1/3滑轮系统叠加，从而将拉力放大到6倍（理想情况下），需要拉动的绳长也是被救援者上升距离的6倍。由于有两个动滑轮，1/6滑轮系统的实际拉力放大比率并不比1/5滑轮系统高多少，但是操作上则要麻烦得多。1/4滑轮系统则是两个1/2滑轮系统的叠加，系统中仅有两个滑轮（均为动滑轮），所以拉力放大比率比1/3滑轮系统要高。图中的蝴蝶结为结组行进时，处于中间的登山者连接到结组绳的位置。1/5滑轮系统中的辅绳可以用长绳套或长扁带套充当，也可以用攀登绳的自由端代替。每当被救援者上升高度达到辅绳长度的一半时，抓结位置都需要重新调整。如果只有两个专门的滑轮，应该用作动滑轮，定滑轮则由铁锁充当，此时总的拉力放大倍数约为1 ： 3.6。如果所有的滑轮都用铁锁代替，总的拉力放大倍数只有1 ： 3左右。

在以上三种滑轮系统中，起到放大拉力作用的是动滑轮，定滑轮只起到导向作用，并且每增加一个滑轮都会增加摩擦，降低系统的总



1/5滑轮系统



1/4滑轮系统

体效率，所以定滑轮的数量越少越好。1/4、1/5和1/6滑轮系统中的定／动滑轮数量比分别为0 ∶ 2，1 ∶ 2，1 ∶ 2。

复杂的滑轮系统可以对被救援者产生非常大的拉力，如果被救援者的意识不清醒，在拉升过程中应专门有人负责观察，避免令其受伤。

协助下降

如果被救援者受了伤，可能需要被别人放下去，或是在别人的协助才能下降。救援人数在两人以上时，可以由一人照顾被救援者，另一人从上方给绳，同时放两个人下降。如果救援者只有你一个人，那你有可能需要背着你的搭档下降，或是用菊绳跟你的搭档连接在一起，自己沿绳子的一端下降，同时控制绳子滑过下降保护点的铁锁，放你的搭档下降。

单人操作

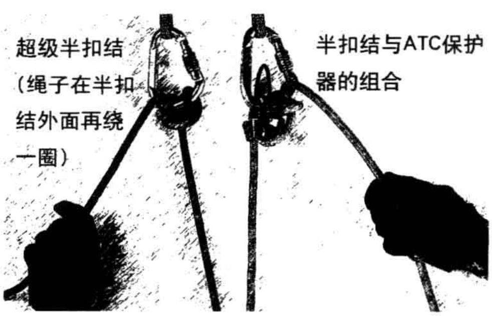
如果你的搭档在先锋冲坠中受了伤，你需要首先脱离保护，然后沿绳上升到顶端保护点的位置，用菊绳上的铁锁连接在上面。如果条件允许，尽量在附近再设置一个保护点，与顶端保护点连接成保护站。如果没有条件设置另一个保护点，就需要由顶端保护点同时承受你们两人的体重，这听起来或许有些吓人，但是顶端保护点刚刚承受了你搭档的先锋冲坠，所以应该是可靠的。在连接到你搭档的绳子上打一个抓结，另一端用带止绳结的半扣结连接在顶端保护点的铁锁上，然后在你自己那一端的绳子上再打一个抓结，在抓结的保护下倒攀回原来的保护位置。

回到保护位置之后，解开绳子，你搭档的体重会自然通过抓结转移到顶端保护点上。现在绳子处于松弛状态，你可以拆除底端保护点，然后再次沿绳上升，途中拆掉所有的中途保护点。

回到顶端保护点（现在是下降保护点）的位置之后，你有三种选择：把菊绳挂在顶端保护点上，把你的搭档放到安全位置，然后自己再下降（现在你有了足够的绳长）；背着你的搭档下降（如果你练习过专门的救援操作）；下降到你搭档的位置，用菊绳把两人连接在一起，然后自己沿绳子的一端下降，同时放你的搭档下降（具体步骤在“脱离保护”一节中已经描述过）。下降保护点与绳子之间必须用铁锁连接，如果把下降保护点换成扁带的话，很快就会被绳子磨断。尽量使用丝扣锁，或是用胶布封口的普通铁锁，不要用两把铁锁背靠背并在一起，否则会增加摩擦，让你难以控制给绳速度。如果你的搭档处于昏迷状态，要用扁带套为其制作简易胸式安全带，并且不时帮助其活动肢体，以免发生安全带悬挂症。连接两人的菊绳或扁带套要短，因为你必须对搭档施加向下的拉力，才能让其向下移动，如果菊绳放得太长，两人之间的距离就会太大。

放绳下降

如果队伍较大并且地形允许，最好由一人从上方同时放被救援者和协助者下降。平时下降是由两股绳子分担一个人的体重，而同时放两人下降则需要用一股绳子承担两个人的体重，所以对保护器制动能力的要求是平时的4倍。你可以采用超级半扣结，也可以用半扣结与保护器组合，如图所示。无论采用哪一种放绳方式，都需要在绳子制动端上加一个法式抓



用单股绳子同时放两个人下降的方法

结，以防万一。抓结绳套最好连接在保护站上，不要连接到你自己的安全带上，这样你在需要的时候可以自由行动。

脱离危险区域

把被救援者转移到安全的地方之后，首先分析其受伤情况，采取必要的急救措施。下一步则是尽快求援，因为靠一个人或几个人的力量，很难在野外运送失去行动能力的伤员。如果坡度较陡，救援者就需要使用专门的装备和技术。如果受伤者的颈椎有可能已经受损（例如头部受到突然扭转或强烈撞击），应尽可能用背包的背负板作为靠背板固定颈部，避免进一步损伤脊髓。

有经验的救援者懂得在不同情况下灵活运用各种救援技术。制订救援计划之前，一定要考虑清楚各种可能的结果，并且检查手头是否有足够进行操作的铁锁、绳套、保护器、滑轮等装备，以及足够的绳长。尽可能避免将被救援者向上拖拽，或者背负被救援者下降。替被救援者或协助者放绳下降时，一定要在绳子制动端上加一个法式抓结。

要掌握各种救援技术，仅靠阅读像这样的书面材料远远不够，你必须进行足够的操作练习。尽可能向专业教练或有经验的攀登者学习，这样可以事半功倍。救援操作通常较为复杂，练习过程中很容易出错，所以要设好必要的副保护。记住，需要应用自救技术的场合，往往是那种最危险、最疲惫、最关键的时刻，任何差错都有可能变成一场灾难。



26 冰川行进和裂缝救援

冰川行进和裂缝救援或许是登山过程中对操作要求最高的环节。在有暗裂缝的冰川上结组行进时，所有登山者都必须随时做好自救的准备。许多登山者可能一辈子都没见过冰裂缝，但是如果你经常跟冰裂缝打交道的话，很可能总有一天会掉进去。许多最成功、最出名的登山者，最终在冰裂缝里结束了攀登生涯。美国顶尖登山者马格斯·斯坦普（Mugs Stump），曾创下珠穆朗玛峰最快登顶纪录和停留顶峰时间最长纪录的夏尔巴人巴布赤日（Babu Chhiri），都是因为坠入冰裂缝而遇难的。1950 年登顶安娜普尔纳峰、成为登顶 8000 米以上独立山峰第一人的法国登山者拉齐纳尔（Louis Lachenal），于 5 年后在 Vallée Blanche 滑雪时坠入冰裂缝遇难，他的滑雪板痕迹消失在裂缝边缘的照片，至今看来仍让人触目惊心。意大利登山者卡萨洛托（Renato Casarotto）在乔戈里峰大本营附近坠入冰裂缝，遗体 17 年后才被人们发现。梅斯纳尔（Reinhold Messner）曾多次坠入冰裂缝，每次都是幸免于难。英国登山者辛普森（Joe Simpson）在安第斯山脉的 Siula Grande 西壁受伤后又坠入冰裂缝，最终奇迹般地返回了营地，那一次攀登后来成了书籍和电影《触及巅峰》的题材。雪地摩托车掉进冰裂缝的事故屡见不鲜，甚至连失事坠毁的飞机都曾坠入过冰裂缝。

冰裂缝的形成

我在第 5 章里已经提到过，雪自降落的那一刻起就会经历一系列的演变过程。如果积雪在下一个冬季来临之前没有完全消融，就会随着气温的下降而重新凝结成冰层。最初形成的冰层比较疏松，中间有很多空气，称为粒雪或高山冰。终年粒雪盆不会像冰川那样向下流动，但仍可能形成较小的裂缝。经过多年的积累，粒雪层会逐渐变厚，最终可形成数十米厚的冰层，表层以下的冰因为挤压作用而变得非常坚实。当冰层厚度达到 25 ~ 30 米时，最底层的冰在巨大的压力作用下会改变性质，获得一定的塑性，载着整片冰层缓缓向海

拔较低的地方流动，形成冰川（Glacier）。大型的冰川每天可流动数米至数十米的距离。只有坡度比较平缓的地方才能聚积足够厚的冰层，形成冰川。更高处的陡坡无法形成较厚的冰层，所以冰不会发生流动，下面的冰川与这部分冰层之间会形成裂隙，这就是冰川的背隙（Bergschrund）。背隙通常深达冰层之下的岩石，但也有可能被雪崩堆积物或流雪所填埋。在较温暖的春夏季节，随着表层冰雪的融化，背隙的宽度会逐渐增加，有可能形成较大的仰角。跨越背隙通常是冰川行进过程中最大的挑战。在秋季，粒雪盆由于融水渗透的原因，会形成纵横交错的雪沟（Moat），大型的雪沟与冰裂缝和冰川背隙同样危险。

每一年的积雪都会对冰川产生更大的压力，让表层与底层之间的冰层变得更加坚实。如果冰川在流动的过程中偏转方向，坚硬的冰层就会在应力的作用下破碎。在冰川拐弯处的内侧，冰层会因为挤压作用而形成凸凹不平的区域。在拐弯处的外侧，冰层会形成深达底部塑性层的裂纹，这就是冰裂缝（Crevasse）。如果冰川流动方向上的岩床突然变陡，就会形成悬冰川（Icefall），处于悬冰川边缘的冰会断裂成高耸的冰塔（Serac），随时都有可能崩塌下去。

冰川流动到海拔较低、温度较高的地区时，由于每年的降雪量小于融水量，冰层会变得支离破碎，这样的区域称为冰川的消融区（Ablation Zone）。消融区与积累区（Accumulation Zone）之间的界线称为雪线（Firn Line）。随着海拔的降低，消融作用会逐渐盖过积累作用，最终令冰川在冰舌（Glacier Terminus）末端处彻底消失，原本夹在冰层中的岩石和沙砾（漂砾）则沉积下来。大型冰川的消融区往往会被碎石覆盖，形成漫长的碎石路段。在冰川侧面沉积的漂砾称为侧碛（Lateral Moraine），在冰舌末端沉积的漂砾则称为终碛（Terminal Moraine）。终碛往往会堆积成陡峭的碎石坡，坡度等于休止角，即使是体积巨大的石块也可能处于不稳定状态。冰川底部与岩床之间的摩擦会形成粒度非常小的石粉，称为岩屑（Glacial Flour），这就是冰川融水通常比较浑浊的原因。

冰川一年四季都处于变化之中。在冬季，冰裂缝的表面为降雪所覆盖，形成暗裂缝。在地处海洋性气候区域的山区，覆盖暗裂缝的雪层通常比较坚实稳固，但在地处大陆性气候区域的山区，雪层可能非常脆弱，且从表层完全无法判断。在春季，暗裂缝表面的雪层会因为沉降作用而变得坚实，相对而言最为安全。到夏季，一部分雪层会消融坍塌，让暗裂缝变成明裂缝，但在附近的雪层下可能仍有暗裂缝存在。高山地区的日晒非常强烈，雪层可能在一天之内融化掉几厘米至十几厘米，露出下面的裂缝。融化作用也会导致冰川背隙变得更宽，早上还能轻松迈过去的地段，下午有可能就会变宽到无法通过。在雪层表面行进时，通常需要穿踏雪板或滑雪板，发生滑坠时可用冰镐或登山杖制动。在冰川上选择营地时，最好用登山杖探测雪层下究竟有没有暗裂缝存在，因为雪层的厚度往往大于冰镐的长度。到秋季，冰川表面的积雪会消融殆尽，露出下面的冰层，让冰裂缝变得非常明显，但也让背隙变得更难通过。在冰面上行进时，通常需要穿冰爪，一旦滑坠往往很难制动，所以大部分登山者会选择用绳索保护。到冬季，新的降雪会覆盖冰川表面，形成新的暗裂缝和雪桥，开始新一轮的演变过程。

覆雪冰川与亮冰冰川

覆雪冰川适合滑坠制动，但是可能有暗裂缝；亮冰冰川没有暗裂缝，但是无法进行滑坠制动。对于这两种情况，登山者需要选择不同的行进方式和保护方式。许多冰川的情况介于二者之间，既有暗裂缝区，又有亮冰地形，需

要灵活改变行进方式。大型冰川可能在雪线以下为亮冰，雪线以上则覆盖有积雪。

冰裂缝

最初形成的冰裂缝，深度通常在25米左右，相当于从冰川表面到塑性冰层的深度，侧壁平整光滑。过了一段时间之后，裂缝可能会部分被降雪、雪崩堆积物、坍塌下来的雪层和崩落的冰块所填充。在纬度和海拔较低的地区，冰裂缝的深度和宽度通常不大，但是掉进去仍有可能受伤。绝大多数坠入冰裂缝的事故都是由覆盖暗裂缝的雪层坍塌引起的，极少有人会在还有行动能力的情况下掉进明裂缝。雪层在裂缝边缘最厚，越往中间越薄，所以登山者掉进较宽的冰裂缝时，通常处于裂缝正中，在坠落过程中不会撞到裂缝侧壁，所以不容易受伤。如果裂缝很窄，坠入其中的登山者就很容易撞伤，因为冰爪挂住裂缝侧壁而导致脚踝骨折，或是被卡住。

坠入冰裂缝的登山者通常来不及反应，前一瞬间还在雪层表面行走，下一瞬间已经被绳子挂在了裂缝中央。在队伍中的其他人看来，这个人似乎瞬间消失了，没有声音，雪面上只留下一个很小的洞口，只有在很近的地方才能辨认。遇到这种情况时，其他人要马上朝与裂缝相反的方向卧倒制动，反应稍慢就会被绳子拉倒，但由于绳子会陷入裂缝边缘的硬雪中造成摩擦，所以仍然有一定的概率能制动成功。三人结组时，大多数情况下，处于中间的人可能完全来不及反应，处于最后的人则有足够的时间进入制动状态。双人结组时，两个人都必须时刻保持警惕，并且让绳子维持绷紧状态。

开始讨论冰裂缝救援的具体步骤之前，让我们首先总结一下在冰川上结组行进的要领。

结组方式

计划

制订具体的行动计划之前，首先要对目标路线上的冰川有足够的了解。冰川表面有积雪吗？坡度如何？是否有裂缝区或落冰威胁？是否需要通过背隙？如何通过？是否有粒雪盆和雪沟？是否有雪崩危险？

接下来要确定装备。是否需要冰爪、踏雪板或滑雪板？结组中的所有人都应该选择相同的配置。是否需要标志旗？需要多少根？如果需要的话，可以用1米左右的细竹竿绑上布条或粘上彩色胶带制作。需要什么保护器材，雪锥还是冰锥？数量多少？如果有可能坠入冰裂缝，每个人身上至少要有一根雪锥或冰锥；如果是双人搭档攀登的话，每人身上至少要有两根，用来设置保护站。除此之外，每人还要有两个抓结绳套、一条120厘米扁带套、一条长绳套和四把铁锁。如果有条件，最好再准备1～2个登山滑轮或Ultralegere滑轮。除此之外还要准备哪些装备，取决于你的操作习惯和路线的具体情况。

结组方式视可能遇到的裂缝宽度和队伍中的人数而定。结组人数最好为三人，四人也可以接受，双人结组行进则需要更良好的意识和更熟练的救援操作。每两人之间的距离应在8～15米，大于最宽的冰裂缝宽度。四人结组时，可以直接用50～60米攀登绳作为结组绳，也可以用更短的绳子，外带一条更细更短的静力绳专用于裂缝救援和装备拖拽。通常情况下，在雪层有可能塌陷的暗裂缝区行进时，在难以判断暗裂缝的位置和形状时，在能见度较差时，都应该结组行进。在亮冰坡上不宜结组，而在处于海洋性气候区域的山区，冬季的雪层通常厚而坚实，没有必要结组。绝大多数人在有积雪覆盖的冰川上滑雪下降时都不会结组，因为结组会极大影响滑雪的自由度。

确定了路线特点、需要的装备和操作之后，一定要和你的队友们充分交流，确保每个人都了解情况。顶着星光早起出发的时候，你

最不想听到的就是队友的一句“该带哪些装备上山才好呢。”

结组

假设你所在的队伍共有三人，目标路线上没有特别大的裂缝，所以你们决定每两人之间距离 10 米，如果用 50 米攀登绳结组的话，这样会剩下近 30 米的绳长。多余的绳子可以分别由第一人和最后一人携带，每人 15 米，也可以全由最后一人携带。平均分配的好处是负重更平均，操作更灵活，但如果剩下的绳长小于两人间距的 2 倍，就应该全由最后一人携带。四人结组时，可以把 50 米绳长平均分为 3 段，每两人间距约 16 米，不留余绳。

双人结组时，间距至少要有 20 米，这样如果第一个人坠入冰裂缝，第二个人有更长的制动距离。可以在两人中间的绳子上打一些体积较大的绳结（例如蝴蝶结），这样一旦第一个人坠入冰裂缝，绳结会增大绳子与雪面之间的摩擦，让第二个人更容易制动。三人结组时，第一个人和第二个人之间的绳子也可以这样处理。绳结的确会让救援变得更麻烦，但是总比所有人一起掉进冰裂缝要好。每隔两米打一个蝴蝶结，这样绳长只会缩短 10% 左右，对行进间距不会有太大的影响。如果选择在结组绳上打结，就应确保剩余的绳长超过两人间距，或是另外携带一条专门用于救援的细静力绳。

分配好绳长之后，位于绳头的人在绳子上打约塞米蒂布林结，中间的人则打蝴蝶结，用一把梨形丝扣锁连接到安全带上。即使是位于绳头的人也不要直接把绳子系在安全带上，否则在紧急时难以快速解开。铁锁的大头连接安全带的上下两环，小头连接绳结，因为梨形锁本来就是这样设计的。

超轻量化绳索

有经验的登山者在结组行进时，可能会选择比一般攀登绳索更轻更细的结组绳。结组绳的性能要求与攀登绳并不相同，因为结组行进时即使有人坠入冰裂缝，冰川边缘的摩擦也会吸收大部分冲击力，并且冰川的坡度也不会很陡，所以绳子的缓冲性能不需要很好。结组绳的主要用途是安全保护和救援，而静力绳比动力绳更适合救援。绳子的强度从来都不是问题。如果裂缝的宽度和深度不是很大，完全可以用 35 米 ×8 毫米的静力绳或溪降绳结组，没有必要使用 50 米 ×10.5 毫米攀登绳。半绳和双子绳虽然轻，但是弹性太大，不适合救援。需要注意的是，结组绳越细，抓结绳套也应该越细（4 毫米），并且需要更多的圈数，特别是在绳子结冰的情况下。

新西兰绳圈——不要采用传统方式

在过去，位于结组两端的登山者会首先把绳头系在安全带山，然后再把多余的绳子收成所谓的“新西兰绳圈”（Kiwi Coil）斜挎在肩上，最后重新打结固定，让肩上的绳圈起到胸式安全带的作用。这样的做法会严重影响冰裂缝救援操作的效率，无论是对于被救援者还是救援者。正确的操作方式是所有人都连接到结组绳的合适位置，然后再把多余的绳长收成绳圈，挎在肩上或挂在背包外面。这种收绳方法可以看成是新西兰绳圈的改进版，其特点是不会影响救援操作，并且绳子直接连接到你的安全带，当前面或后面的人坠入冰裂缝时，你比较不容易被绳子拉倒，更方便进入制动姿势。如果你担心自己坠入冰裂缝时会被背包拉成脚上头下的姿势，可以用扁带套做一个简易胸式安全带，用一把普通铁锁把绳子扣在上面。

穿装备

系好结组绳之后，就可以穿上其他装备了。结组行进的主要目的是协同制动和冰裂缝救援，所以要合理安排穿装备的顺序，越是救援（或被救援）时需要先摘下的装备，越要留到最后再穿。如果你坠入冰裂缝，需要在悬

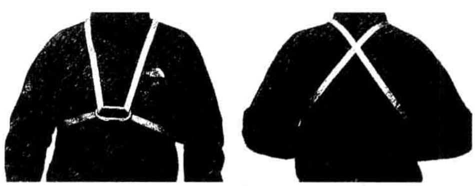
挂状态下取下身上的装备，穿装备时应考虑到这一点。背包、踏雪板、滑雪板、登山杖、相机、眼镜之类的装备都要拴在身上，以免在摔落过程中丢失，或是在取下装备时失手掉落。如果你是救援者，应考虑如何在维持制动姿势的同时设置保护点。

最先穿上的应该是不需要摘下的装备，例如胸式安全带和配套的铁锁（如果你使用我介绍的方法制作胸式安全带，就不需要铁锁），以及装备挂带、对讲机和相机（这些东西都要挎在肩上，绝不能挂在脖子上，否则一旦滑坠时被挂住就会让你窒息，甚至勒断颈椎）。最后再把多余的绳子挂在背包上或挎在肩上，背上背包。保暖外套应该放在背包头包里，或是其他方便取用的位置。把背包的拖拽环用扁带套连接到安全带上，扁带套的长度不要太长，这样当你坠入冰裂缝时，摘掉背包后仍然可以方便地取用包里的物品。如果背包没有专门的拖拽环，可以用绳套或扁带套同时穿过两条肩带，然后再连接到安全带上。有些登山教科书会建议你用攀登绳的末端来固定背包，我认为不应该这样做，因为这样只会影响绳索操作的效率。

最后在绳子上打好抓结，这样需要沿绳上升时就可以直接使用。一共打两个抓结，其中一个用铁锁连接到安全带的保护环或上下两环，另一个作为脚套，可以直接揣在口袋里。位于中间的人无法预先判断应该沿哪一边的绳子上升，所以要在蝴蝶结的两边分别打一个抓结。登山者坠入冰裂缝的概率非常低，所以只需要采用最简单的双抓结上升，没必要像探洞者那样准备复杂的沿绳上升系统和专用的装备。打抓结时要考虑到胸式安全带的连接位置，如果连接安全带的抓结绳套太长，胸式安全带就会影响上升过程。沿绳上升的操作比较复杂，所以上山前一定要进行模拟演练。

虽然每个人都要预先用扁带套做好胸式安全带，但是只有第一个人应该把绳子扣在上面。后面的人如果把绳子扣在胸式安全带上，就会在前面的人坠入冰裂缝时被拉倒，无法朝正确的方向做出制动姿势。实验表明，对于同样的冲击力，穿全身安全带的人比穿坐式安全带的人更容易受伤。双人结组时，两人都有可能需要制动，所以都不应该把绳子扣在胸式安全带上。

穿好所有装备之后，如果你需要加减衣服，就会花费大量的时间，所以出发时一定要合理安排着装，不要穿得太多。随时与结组中的其他人互相检查，确保每个人的装备穿法都没有问题。



传统的胸式安全带做法



无需铁锁的胸式安全带做法

头盔

结组行进时究竟是否应该佩戴头盔？理论上讲，只要采用绳索保护，就应该佩戴头盔，结组时也不例外，以防在坠入冰裂缝时头部受到撞击。但是实际上，高海拔地区的阳光非常强烈，再加上冰川表面的反射，行进时佩戴头盔是很痛苦的事情。如果你觉得有必要佩戴头盔，最好用纱布或头巾遮住面部，或是在头盔外面加一层遮阳帽檐。头盔也会妨碍你取用挎在肩上的绳圈、扁带套等。通常的原则是，如果路线上可能有较大的暗裂缝，有可能发生坠落，或是需要进行攀冰，可能发生冲坠，那就佩戴头盔；如果路线难度较低，裂缝较小，结组只起到预防万一的作用，不太可能真的发生坠落，并且阳光比较强烈，那就把头盔换成遮阳帽。最终的决定权在你自己。

行进方式

准备和互相检查的过程会花费比较长的时间，这并不是一件坏事，因为结组行进最好在天亮后进行，以便判断地形和路线。冰川上的地形每时每刻都在发生变化，所以你必须靠自己的判断力和经验去选择最合适的路线，不能完全依赖别人提供的路线资料。

在坡度不是很陡的冰川上，走在最前面的人最好用拆除阻雪盘的登山杖来探测冰裂缝，因为冰镐的长度太短，每次探测都必须弯下腰才行。后面的人则用滑坠制动方式握住冰镐，随时让绳子处于接近绷紧的状态，做好制动的准备。

即使在停下来休息或用餐时，或是在穿越复杂的地形时，也要保持彼此的距离，让绳子保持绷紧或接近绷紧的状态。沿途每隔一定距离插上标志旗，在可能有危险的地方，用两根标志旗彼此交叉标明危险。队伍里的所有人都要随时交流，如果喊话听不清楚，就使用对讲机。

雪橇

第 14 章介绍了在覆雪冰川上用雪橇拖拽装备的方法。雪橇对地面的压强非常小，所以不太可能掉进冰裂缝，但假如有人拖着雪橇坠入冰裂缝的话，就有可能被雪橇砸到，或是因为雪橇卡在裂缝里而进退不得。如果整个结组只有一架雪橇，最好由最后一人负责拖拽，一定不要由第一人拖拽。通过有可能坍塌的雪桥时，前面的人应为拖拽雪橇的人做好保护。雪橇必须固定在结组绳上，并且既不能妨碍拖拽者做出制动姿势，又必须保证当拖拽者坠入冰裂缝时，雪橇不会砸在其头上（曾有登山者因此而遇难）。如果拖拽者与雪橇一起坠入冰裂缝，无论是沿绳上升还是滑轮救援都会非常麻烦，因为雪橇在上，被救援者在下。尽管如此，雪橇仍然是在雪坡和覆雪冰川上运输大量装备的最佳方式，无论对于登山者还是登山滑雪者。雪橇的承重最好控制在 40 公斤以下。



整装待发

攀冰

冰川的表面并不总是平缓的，有时也需要用到攀登雪坡或攀冰的技巧。较大的冰裂缝可能无法直接通过，只能从一侧下降到底，再在另一侧攀冰上去，甚至采用器械攀登。冰川的背隙也可能需要用这样的方式通过。在较陡的冰川上，实力最强的登山者应该在上山时走在最前，下撤时走在最后。

营地选择

在覆雪冰川上宿营的感觉跟在雪地上宿营差不多。尽量不要在亮冰表面宿营，因为冰面基本上无法平整，宿营会非常痛苦。选择营地时，应注意避开雪崩区和暗裂缝。冰川上很难找到避风的地方，如果有条件，可以用雪屋来代替帐篷，具体搭建方法见第 18 章。用帐篷宿营时，也可以在上风方向用雪砖砌成防风墙，抵挡空气对流作用形成的强风。在营地周围活动时要小心暗裂缝，如果有可能，最好用登山杖把周围区域都探测一遍，用标志旗标出可能有危险的地方。在同一个地方长期宿营时，每隔几天都要重新探测一次，因为裂缝表面的雪层厚度和强度可能会发生变化。曾有过登山者从帐篷里一钻出来就直接掉进冰裂缝的事例。

小便区域要跟取雪烧水的区域分开，前者最好在下风头，并且要确保营地里的所有人都知道“厕所”在哪里，否则一旦下了雪就难以分辨。大便可以直接排进冰裂缝里，也可以摊在雪面或冰面上，在几个星期之内就会自然降解。如果路线上的登山者非常多，营地通常会有公用的厕所，不要把大便用雪埋在厕所以外的地方，否则一旦雪化了就会给后来的人造成不便。不要把用过的手纸、塑料袋、气罐和其他垃圾扔进冰裂缝里。储存物资时要注意，任何彩色的物体（包括标志旗）都有可能招引乌鸦。如果你使用油炉的话，不要把燃料和食品放在一起，因为乌鸦很聪明，懂得如何打开瓶子，结果会让你的食品被白汽油或其他燃料污染。

裂缝救援

通常情况下，坠入冰裂缝造成的冲击力比攀岩或攀冰时的冲坠要低，因为绳子与雪层之间的摩擦会吸收大部分的能量。对于坠落者而言，主要的危险在于撞击裂缝底或侧壁，被冰镐或冰爪划伤，以及冰爪挂住裂缝侧壁造成骨折。对于其他人而言，一旦制动成功，就应该立即按以下步骤展开救援。

了解坠落者的情况

三人结组时，假设第一个人坠入冰裂缝，后面的人制动成功，这时最重要的事情是彼此交流：第三个人能不能维持制动姿势？第二个人有没有被绳子缠住或是压住？坠入裂缝的人有没有受伤？如果无法跟坠落者交流，但是仅凭一个人的制动力就可以拉住坠落者，另一个人可以解除同结组绳的连接（结组时要用铁锁连接结组绳，不要直接把结组绳系在安全带上），改用抓结保护，到裂缝边缘去了解坠落者的情况。如果仅凭一个人的制动力无法拉住坠落者，在上面的人就需要一边保持制动姿势，一边在旁边设置保护点（雪锥或冰锥），把结组绳受到的拉力转移到保护点上之后，再到裂缝边缘去了解情况。双人结组时，在上面的人必须先设置保护点，才能自由行动。

接近裂缝边缘时，每走一步都要用冰镐探测雪层的情况，避免掉进去。尽量通过喊话或对讲机跟坠落者交流，如果坠落者有回应的话，就说明意识还清醒，这是一件好事。如果坠落者没有回应，就必须建立足够稳固的保护站，然后由一人接近坠落者踩穿的雪洞边缘探明情况。迫不得已时，例如坠落者无法呼吸或是昏迷不醒时，可以由一人沿绳下降到其身边施以援手。

采取尽可能简单的解决方案

绝大多数情况下，坠入冰裂缝的人不会受到太严重的伤害，所以在上面的人不要马上架设滑轮系统。如果坠落距离不长，并且坠落者仍然有行动能力，可以立即开始沿绳上升，上面的人只需要维持制动姿势即可。由于绳子跟雪面的摩擦作用，上面的人只需要提供 0.4kN 左右的制动力，就足够坠落者进行沿绳上升。对于坠落者来说，最大的难点在于翻出裂缝边缘，特别是在结组绳已经勒进冰雪深处的时候。

自救的基本原则永远是“下”比“上”好，在裂缝救援时也不例外。把坠落者向下放到裂缝底部，往往是最好的选择，特别是在坠落者受伤或昏迷不醒，上面的人又很难下降到其身边的情况下，这样或许是避免发生安全带悬挂症的唯一方法。如果坠落者仍然有行动能力，能够沿绳上升，或是沿裂缝底走一段，选择侧壁坡度比较缓的地方爬上来，上面的人自然就没有必要建立复杂的滑轮系统。如果有条件，最好先把坠落者的背包拖拽上来，因为背包的重量会在裂缝边缘压出一条通道，让坠落者更容易爬出来。



设置过渡保护点，让中间的人可以自由活动

坠落者如果仍然有意识的话，首先要做的是摘下背包，脱下踏雪板或滑雪板，从背包里翻出保暖外套和套头帽穿戴上，把雪镜和相机收好。把背包和踏雪板／滑雪板挂在绳子上，调好脚套的长度，把绳子扣进胸式安全带之后，就可以开始沿绳上升了。如果不能沿绳上升的话，一定要随时活动肢体，以免发生安全带悬挂症。

与此同时，上面的人应该已经在抓结保护下到达了坠落者踩穿的雪洞边缘，可以直接喊话交流了。弄清楚情况之后，再开始制订最合适的行动方案。

只有在坠落者无法沿绳上升，裂缝侧壁无法攀爬，或是绳长不够到达裂缝底部时，上面的人才应该考虑滑轮救援。携带的装备是否够用？绳长是否足够？是否有足够的活动和操作空间？附近有没有其他队伍可以帮忙（如果能调动足够多的人手，只要直接拉绳子就可以把坠落者拉上来）？这些都是需要考虑的因素。

无论最终决定采取什么样的救援方式，只要坠落者无法在短时间内沿绳上升，上面的人就应该在结组绳附近设置过渡保护点，把绳子的拉力转移到保护点上，然后才能自由行动。过渡保护点可能只是起到过渡作用，也可能成为救援保护站的一部分，虽然不需要承受很大的力量，但是必须要绝对可靠。如果保护点设在比制动者更远离裂缝的位置，可以直接用双套结或带止绳结的半扣结连接结组绳，使用止绳结时，一定要把最后留出的绳圈扣进铁锁里，以免绳结意外松脱。如果保护点设在制动者与裂缝之间，由于这一段结组绳处于绷紧状态，所以只能用抓结连接。

建立救援保护站

设好稳固的过渡保护点，把结组绳上的拉力转移到保护点上之后，上面的人就可以解除制动状态自由活动了。首先用冰镐沿绳子探测

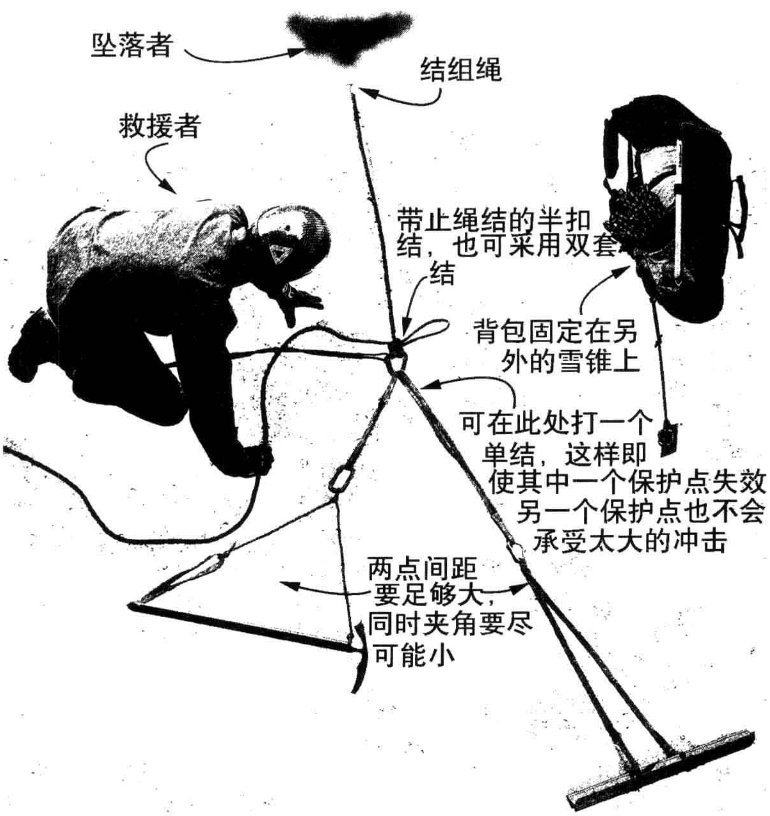
雪层，找到最适合设置保护站的安全区域，然后把背包放在安全的地方，开始建立救援保护站。如果过渡保护点的位置合适，最好在其基础上建立救援保护站，这样可以节省时间。保护站应由两点组成，两点间的距离不能太近(以免互相影响)，连接用扁带套的夹角不能太大（尽可能减小每个点承受的力）。如果建好保护站之后还有多余的雪锥，可以用来固定背包和其他用不到的装备。三人结组时，一个人负责完成这些任务，另一人则在抓结的保护下接近裂缝边缘，与坠落者交流。



把动滑轮向下放到坠落者的位置

避免绳子陷进雪中

如果要对坠落者进行拖拽，首先要用冰镐或背包垫在冰裂缝边缘，以免绳子陷进冰雪深处，造成很大的摩擦力。雪锥或雪锚也可以发



建立救援保护站

挥同样的效果。由于结组绳处于绷紧状态，要把背包垫下去需要费一番工夫，雪锥和冰镐则可以先在较远的地方垫下去，然后再推到裂缝边缘。如果用另一条绳子进行拖拽（例如在结组绳上打了蝴蝶结或单结的情况下），在绳子绷紧前要先垫好东西。清除裂缝边缘的软雪，露出下面的硬雪或冰层，这样坠落者比较容易爬出来。无论用什么东西垫在裂缝边缘，都要加以固定，否则可能会掉下去。

双人结组时，如果坠落者的坠落距离较短，可以采取这样的救援方式：把多余的结组绳两端用双套结或抓结固定在保护站上，中间垂下去形成绳圈，让坠落者踩在上面蹬起来；把原先承受坠落者体重的绳子收短；被救援者重新让绳子承受体重，上面的人再把绳圈收短，如此反复。由于坠落者每次都是踩着绳圈上升，所以用不着制作抓结，上面的人也用不着费力气拖拽。

结组绳与救援保护站的连接可以采用双套结，也可以用抓结+带止绳结的半扣结。如果坠落者有能力沿绳上升，上面的人应该利用这段时间，把坠落者的背包、踏雪板／滑雪板、雪橇等装备拖拽上来。如果有足够的绳长，最好在绳子中段穿一个动滑轮垂下去，让坠落者把需要拖拽的装备挂在动滑轮上，这样上面的人可以省力一些。滑雪板和雪橇可能会在裂缝边缘卡住，有时需要坠落者先上升到裂缝边缘附近，再帮助上面的人把这些东西弄上来。拖拽完成之后，可以把动滑轮再垂下去，用来辅助坠落者上升。

总之，在不同的情况下，坠落者和上面的人可以灵活采取不同的做法，最大限度提高效率。

拖拽

双人或三人结组时，如果需要把坠落者拖拽上来，就必须建立正式的救援滑轮系统。三人结组时，上面的两个人通过1/3滑轮系统至少可以对坠落者造成0.85kN的拉力，如果能用上腰腿力量拖拽的话，拉力还要再大一些。双人结组时，由于上面只有一个人，所以必须架设更复杂的滑轮系统。使用1/3滑轮系统时，需要拉动的绳长是拖拽距离的3倍，使用1/6滑轮系统则是6倍。拖拽者的活动范围有限，所以每拉一段绳子就必须调整抓结，然后再拉下一段。如果坠落者处于昏迷状态的话，拖拽过程中应时刻注意其状态，特别是当其接近裂缝边缘时要非常小心，因为复杂的滑轮系统会产生很大的拉力，有可能会导致坠落者受伤。我在这两章中所举出的只是一些具体的例子，实际情况可能千变万化，所以不必拘泥于某一种具体的情况，而是要理解各种救援操作的意义和应用范围，灵活应变。地形、装备、结组人数、救援者的个人能力，乃至当时的天气都会对救援方式造成影响。以下是一些最基本的原则。

- 在冰川上结组行进时，随时保持警惕，

拖拽的力量

上一章已经详细介绍了各种救援用滑轮系统的架设方法，在这里就不多说了。一个人双手通过抓结或上升器拉绳，所能产生的瞬间最大拉力约为0.5kN，持续拉力则只有0.25kN。经过垫在裂缝边缘的冰镐或雪锥后，拉力约会损失25%，如果垫在裂缝边缘的是背包或衣物，拉力损失得更多。如果使用单个动滑轮拖拽，考虑到滑轮的摩擦，实际拉力放大比率不到1：2，被拖拽物最终受到的拉力约为0.3kN，两个人一起拖拽为0.6～0.7kN，三个人一起拖拽为1kN。换句话说，使用单个动滑轮拖拽时，一个人最多可以拉起一个背包，两个人可以拉起一个雪橇，三个人则可以把失去意识的坠落者拉出来。无论被拖拽的是装备还是坠落者，在通过裂缝边缘时都会比较麻烦。如果用冰镐垫在绳子下面，注意避免镐尖划伤坠落者或划坏装备。

随时让绳子处于绷紧或接近绷紧的状态，随时准备制动。

- 如果有人坠入冰裂缝，首先要镇定下来，想清楚计划再行动。
- 不要贸然在未用冰镐或登山杖探测过的区域活动。
- 随时与其他人交流。
- 每个人身上随时都要有保护。
- 尽快了解坠落者的情况，确定其是否需要帮助。
- 确定坠落者是否还有行动能力，能否参与救援。
- 尽量选择最简单的解决方案，万不得已时再采用复杂系统。
- 坠落者离开冰裂缝后，应立即对其进行检查，判断其是否有外伤、失温等情况。

当然，最重要的还是尽量不要掉进冰裂缝。不要抱着这样的想法："就算有人掉进冰裂缝也没关系，反正我已经掌握了架设滑轮系统的技术。"任何救援操作都需要消耗大量的时间和精力，并且有可能导致新的危险，所以要尽量避免陷入需要救援的境地。

登山既是一项技术性很强的运动，也是一种充满人文内涵的探险活动。决定一次攀登成败的关键因素，往往并不在于攀登技术，而在于登山者的心理、习惯、观念和态度。这些只可意会，不可言传，需要你通过一次次攀登的体验和思考慢慢积淀。



第七部分 登山运动的人文内涵



27 攀登过程的人文因素

“在我所提议的那种类型的探险活动中，人员素质是决定成败的关键因素之一。参加探险的人员不仅要具备合格的专业技能，而且要能够满足极地环境的特殊要求。他们必须要在与外界没有任何交流的情况下和谐共处很长一段时间。不要忘了，最渴望探索未知的，往往都是个性最为强烈的人。”

谢克尔顿在写下这段话的时候就已经意识到，决定一次探险活动成败的，往往并不是技术因素，而是参与活动者的心理素质和精神因素。登山运动也是如此。同是刚接触登山不久的新手，有些人尽管第一次就登上了顶峰，回来后却对登山感到心灰意冷；另一些人则尽管遭到了失败，却仍然保持着高昂的热情，迫不及待地要再次尝试——造成如此差异的，是不同队伍的不同气氛。如果太注重操作技术、装备选择等细枝末节，就很容易忽视那些更加重要的“软”能力，例如领导力、判断力、决策力、风险控制能力、合作解决问题的能力、克服恐惧的能力等。其实，登山运动给人的最大收获，并不是攀登技术的提高，而是性格的培养和意志的磨炼。

风险管理和决策

登山运动作为一种探险活动，本质上就是有风险的，无论怎么强调安全，都不可能抹杀其中的风险。要追求安全，唯一的办法是尽可能控制风险。风险管理既包括主动规避风险，也包括在遭遇险情的时候做出最恰当的反应。经验和装备或许能增加你的选择余地，但是最终决定安危的乃是你的判断和决策。要做出最合理的判断，就要了解你所面对的风险。接触登山不久的人，往往会对落石、雪崩等客观危险产生误解，以为他们既然没有见识过这些危险，就说明危险不会发生。在危险真正来临的时刻，这样的人就会不知所措，做出错误的判断和决策。

大多数人所习惯的决策方式——先收集尽可能丰富翔实的资料，在此基础上进行理性分析，验证各种可能的假设，最终得出结论——并不适合登山者。山上的情况千变万化，你不

可能准确把握所有的情况，也来不及进行深入分析。大多数时候，你的决策都会受到心态和从众心理的影响，很难做到完全理性。登山是一支队伍的事，许多情况下不是一个人说了算，这也是决策过程难以理性化的原因。

既然理性无法解决问题，许多登山者就只好凭经验建立固定的思维模式，用来在特定情况下快速做出决策。这种决策方式的问题在于，经验的积累需要经历风险，而登山过程中的许多风险都是登山者不能承担的。要避免这样的风险，最好的方法是借鉴别人的经验和教训，例如以往的山难事故记录。此外，经验有可能是错误的，之前因为侥幸而平安无事，并不代表下一次遇到同样的情况就能全身而退。

实际攀登过程中，有很多因素都会影响登山者的决策过程，成为所谓的“决策陷阱”。“熟悉”就是最常见的决策陷阱之一。统计表明，在似曾相识的情境下，经验丰富的登山者和缺乏经验的新手，决策的成功率并没有很明显的区别。换句话说，经验只有在不熟悉的环境下才能起到帮助决策的作用。从众心理也是一种决策陷阱，例如在天气即将变坏的时候，如果队伍中的所有人都没有掉头下撤的意思，你很可能也不会想到下撤。要克服从众心理，需要良好的判断力和决策力，合作解决问题的能力，以及解决冲突的能力（你的决定与其他人的想法冲突）。太过强烈的登顶欲望也会造成决策陷阱，让登山者忽视客观和主观的危险。

理性分析难以适应登山环境信息量少、难以把握、千变万化的特点，固定的思维模式则太过简单，不适合复杂情况下的决策。决策力来源于经验而不是经历，这两者并不是一回事。经验包括了对经历的总结，总结过程有可能是刻意的，也可能是潜意识的。有经验的登山者经常不自觉地做出正确的决策，连他们自己都意识不到决策的过程。事实上，他们是先总结眼前的情境，然后与经历过的类似情况相对照，找出其中的相同与不同之处，最后决定采取什么样的行动。一旦做出决定，他们就会立即付诸行动，不会浪费时间继续寻找“更完美”的解决方案。他们的决策过程符合希克定律（Hick’s Law）：决策时间与选项个数的对数成正比。他们懂得花一点点时间考虑更多可能的选择，而不是拘泥于少数几种固定的解决套路。

怎样才能提高决策力？首先要对决策的过程有足够的了解。对于比较简单的情况，你可以培养起适合自己的思维模式。不要采取模糊不清的思维方式，例如“下降时一定要注意安全”，而是要对于特定的情境建立特定的条件反射，例如“下降时一定要为下降保护点添加副保护”。对于每一种可能出现风险的情况，都要建立起简单有效的反射模式。对于简单思维模式无法涵盖的情况，要予以足够的注意，事后则要进行总结，以积累更多的经验。在队伍中进行决策时要特别注意，别人的意见很容易对你产生影响。

队伍决策的效率和质量通常比个人决策要差一些，特别是在各方面情况不是很明确的时候。影响最终决定的往往并不是对客观事实的把握，而是队伍中不同人之间的关系。“群体思维”这个词本身就带有一定的贬义，强调的是群体决策效率低下、缺乏客观性和准确性的一面。尽量鼓励不同的意见，让领导者最后一个发言，甚至故意跟大多数人唱反调，以打破群体思维的惯性。

恐惧控制

“人家说奇迹的时代已经过去了，我们现在这一辈博学深思的人们，惯把不可思议的事情看作平淡无奇，因此我们把惊骇视同儿戏，当我们应当为不知名的恐惧而战栗的时候，我们却用谬妄的知识作为护身符。”

莎士比亚剧作《终成眷属》中的法国老臣

拉佛，之所以会说出这样的话，或许是因为他自己（以及莎翁自己）从未体验过被绳子挂在悬崖峭壁上、落石从身旁呼啸而过的感觉。恐惧是登山运动不可缺少的成分之一，适度的恐惧可以让登山者保持清醒，把疑虑和犹豫搁在一旁，全神贯注面对眼前的挑战。当你感觉到恐惧的时候，不要刻意去否认它、压制它，否则只会平白无故转移你的注意力，让你疲于应付。恐惧可以让你保持专注，但也会限制你的视野，让你忘记还有更简单的解决方案。恐惧还有可能打乱你做事情的节奏，让你匆匆忙忙，乱中出错。

我认为登山过程中的恐惧可分为三类——理性的恐惧、过度夸张的恐惧，以及没来由的恐惧。这三类恐惧的性质不同，应对方式也不同。你在任何时候都有可能感觉到没来由的恐惧——无论是在出发时，在攀登过程中，还是在回到营地之后。如果你弄不清楚恐惧的缘由，最好停下来放松一下。如果恐惧仍然无法消除的话，或许最好的选择就是放弃攀登，因为没来由的恐惧会影响你的判断力和行动效率，甚至让你做出荒唐的事情，与其这样，还不如尽早退出。

有些时候，对于一些本来并不严重的事情，你会感觉到非常夸张的恐惧。你可以告诉自己，这样的情况你过去也曾经历过，知道该怎么解决，这样或许能让恐惧平息下来。不要为了自我安慰而否定客观情况的真实性，也不要故意逞能。在恐惧平息下来之前，尽量不要采取行动，除非事情实在太过紧急。我自己在感到过度夸张的恐惧时，通常会做一些比较实际的事情，例如多设置几个保护点，或是检查自己身上的装备，通过这些做法来让自己的心情平静下来。恐惧有可能是潜意识发给意识的信号，说明你忽视了一些可能导致危险的情况。培养良好的安全习惯，例如在每一段攀爬和下降之前跟你的搭档互相检查。只要你的习惯正确，操作正确，节奏稳而不乱，你就会对自己产生信心，不容易为恐惧所影响。

理性的恐惧则来源于对攀登风险的准确认识：如果你不采取合适的措施去应对，就有可能发生危险，所以你必须忽略掉无关的东西，集中精力解决手头的问题。例如，在领攀过程中遇到难点时，理性的恐惧会让你忘记下面的保护点距离有多远，忘记风有多大，忘记保护者是否有可能漫不经心——把全副注意力都投入到下一个攀爬动作中去。这样做的前提是你已经妥善解决了所有其他问题，没有犯任何错误，并且拥有足够的能力——迅速设置下一个保护点的能力，或是倒攀回安全位置的能力。即使在无法控制局面的情况下，你也必须尽力把危险和恐惧控制在可以接受的范围之内，不要因为恐惧而乱了方寸。只有这样，你才能变得更自信、更强大。

领导力

领导力绝不只是鼓励别人不要掉队那么简单。登山队伍的领队只有具备足够的领导力，才能有效控制整支队伍遇到的风险。有些时候，登山活动并不需要正式的领队，因为参与者的人数不多，所有人的能力和经验都彼此相近，可以通过彼此间的交流和默契解决大部分问题。交流是非常重要的，因为不同人追求的个人目标可能并不一致，只是为了成功登顶、顺利下撤的共同目标才走在一起。有人迷路时，或是有人决定放弃攀登时，其他人必须能迅速达成一致意见，开展搜寻，决定继续攀登或下撤。每个人都承担队伍的一部分安全责任，只要不遇到问题，就不需要产生正式的领导者。

在登山活动的不同进展，队伍中的一些人可能会自然而然地担任起领导者的角色。例如，曾来过这片地区的人在进山过程中担当领导者，擅长冰雪攀登的人在冰川上担当领导者，擅长攀岩的人在岩石路段担当领导者，

以此类推。除此之外，还有其他形式的领导者——导师、教练、向导和专家。任何代表权威和责任的位置，都是领导力的体现。

一切顺利的时候，表面上看来队伍中似乎没有领导者，但实际情况则不然。之所以一切顺利，往往是因为有人不自觉地起到了领导者的作用。如果队伍中没有任何形式的领导者，并且队伍成员之间的彼此交流不足，问题很快就会出现。

团队协作是登山过程中最重要的因素之一，良好的团队气氛可以提高效率，让每个人都能发挥最大的作用。如果每个人都感觉自己是队伍的一员，自己所做的事情对队伍有意义，并且能够得到其他人的承认，那么他们就会超常发挥。如果有人感觉自己跟队伍没有什么关系，甚至被队伍所排斥，他们自然就不会有好的表现。那么，好的团队气氛是如何营造出来的呢？首先要让每个成员对队伍产生认同感。每当队伍取得成功的时候，要让所有人都能兴奋起来，例如，我的一个朋友出去登山的时候，经常会喊“咱们又搞定了一个难点”，听到他喊声的人，自然会被他兴奋积极的心态所感染。每个人都有自己所追求的目标，如果能把个人目标与队伍的目标联系起来，就会因队伍取得的每一点进展而产生成就感；如果能把自己的目标与别人的目标联系起来，就可以拉近彼此的距离，让队伍成员之间的关系更加紧密。

要保证良好的团队气氛，最重要的是保持合理的行进节奏，让所有人都感觉合适。出发前就要在一些方面达成共识，例如，如何处理垃圾，有人决定放弃攀登时应该怎么办，队伍是否应该自始至终都在一起，如果有人迷路又该怎么办。队伍应该由有共同语言的人组成，彼此之间的差异不能大到影响交流。

尽管队伍需要领导者承担一些责任，但是每个人也必须对自己负责。制订切实可行的目标，经常与其他人交流，完成领导者所分配的任务，照顾好自己，这些都是登山者对自己和整个队伍的责任。

紧急情况处理

所谓紧急情况，是指人的能力（计划、攀登能力、领导力、判断力、交流能力、身体条件）无法应付自然危险（天气、地形、落石、雪崩、装备故障）的情况。在紧急情况下，队伍必须要有统一的指挥，由一个人担任领导者，其他人必须服从。领导者不一定是攀登技术最好、经验最丰富的人，但是一定要有足够的魄力，能够用清晰明确的方式对别人提出要求，能够反复强调重要的东西。分配完任务之后，领导者必须跟每个人交流，确保所有人都清楚自己该做什么，必要时可采用手势等肢体语言。无论情况有多紧急，领导者都要保持镇定，用镇定的态度去感染周围的人。执行救援时，必须首先保证救援者的安全，避免任何人因为冲动而做出危险的事情。

由于篇幅所限，本书不可能涵盖登山运动中可能出现的所有紧急情况。第 25 章介绍了在紧急情况下进行自救的基本原则，第 26 章则具体分析了冰裂缝救援的步骤和方法。参加野外急救培训课程，你会学到在野外进行医疗诊断和救护的基本方法。所有紧急情况的处理步骤都是大体相似的，从领导者的角度可分为如下几步。

- 确定由某一人担任领导者。
- 确保其他人的安全，包括救援者和旁观者。
- 了解情况，包括需要采取的措施（寻找失踪者，施予急救等），遭遇紧急情况的人员，危险的类型和程度，以及队伍所拥有的资源。领导者必须把所有人都考虑进去，无一遗漏。
- 制订合理的解决计划，确保所有人都能理解计划内容，包括遭遇紧急情况的人员。

• 分配任务，要求所有人完成任务后及时汇报，合理分配资源，尽量达到最好的结果。

发生紧急情况之后，队伍面临三种选择：继续攀登，原地休整或是下撤。如果队伍里有人受伤，则需要选择自救或是求援。

登山者和户外爱好者若是太过倚重外界的救援，忽视了对自身安全应负的责任，在发生紧急情况时就会不知所措。在阿尔卑斯山区，一个电话就可以叫来及时的救援，但是美国的很多地区都没有专门的户外救援体系，即使在有救援体系的地方，救援者也有可能需要很长时间才能抵达。来自外界的救援不仅成本高昂，而且往往会把更多的人置于危险之中，所以不到万不得已不要轻易求援。当然，有人严重受伤，队伍的人手又不足以搬运伤员时，求援或许是唯一的选择。

如果觉得有可能求援，出发前就要准备好通讯工具，并且要确保在目标地区能够使用。高山地区往往没有手机信号，或是信号很不稳定，对讲机和无线电台通话距离有限，卫星电话则价格较为昂贵。事先了解目标地区的情况，弄清楚紧急情况下应该向谁求援，救援者多长时间才能赶到。通常情况下，救援活动都不会在夜间展开。

个人定位信标

个人定位信标（Personal Locator Beacon，简称 PLB）是一种手掌大小，重量约在 0.5 公斤左右的无线电收发机，在漂流、航空等领域非常常见。全世界有 36 个国家已经采纳了 PLB 体系，包括美国、大部分欧洲国家、俄罗斯、加拿大、澳大利亚等。每一台 PLB 信标都有独一无二的序列号，对应使用者的个人信息。信标激活后，其信号会由定位卫星接收，每 40 分钟间隔一次。单颗卫星的平面定位精度约为 3 公里，三颗卫星共同定位的精度在 800 米之内。使用者求援后，救援机构会首先查明信标的大致位置，然后再派人用接收器确定具体位置。一些款式的 PLB 信标集成了 GPS 接收机，在发送信号时会发布求援者的具体位置，精度约为 100 米。由于精度关系，PLB 信标不能当作雪崩信标使用。

就目前而言，使用 PLB 信标求援的人，大都是迷路的司机、户外爱好者和猎人，很少有人是真正遇到了解决不了的紧急情况。当然，也有些求援者是真的遇到了危险，确实需要及时救援。

对于登山者而言，PLB 信标目前的意义并不大，但美国俄勒冈州的一些山区已经要求登山者必须携带 PLB 信标，否则一旦求援需自行支付全部救援费用。

直升机救援

直升机或许是最昂贵的山地救援方式。救援活动对直升机飞行员的要求非常高，危险性也非常大，所以不到万不得已不要呼叫直升机救援。在这里，我只会简单介绍一下直升机救援的基本概念。

直升机飞行受气流的影响非常大，特别是在高海拔地区进行近地面飞行时。飞行员发现求援者后，首先要在附近寻找适合着陆的地点，通常迎风着陆和起飞都比较容易，在悬停状态着陆则比较困难。从空中很难看见电线杆、高压线等人造障碍物，所以不要示意飞行员在靠近这些东西的地方降落。灌木丛和树桩也会影响降落。飞行员从空中很难判断地表附近的风向，求援者可以用彩色胶带粘在登山杖末端做成飘带，用来为飞行员指示风向。

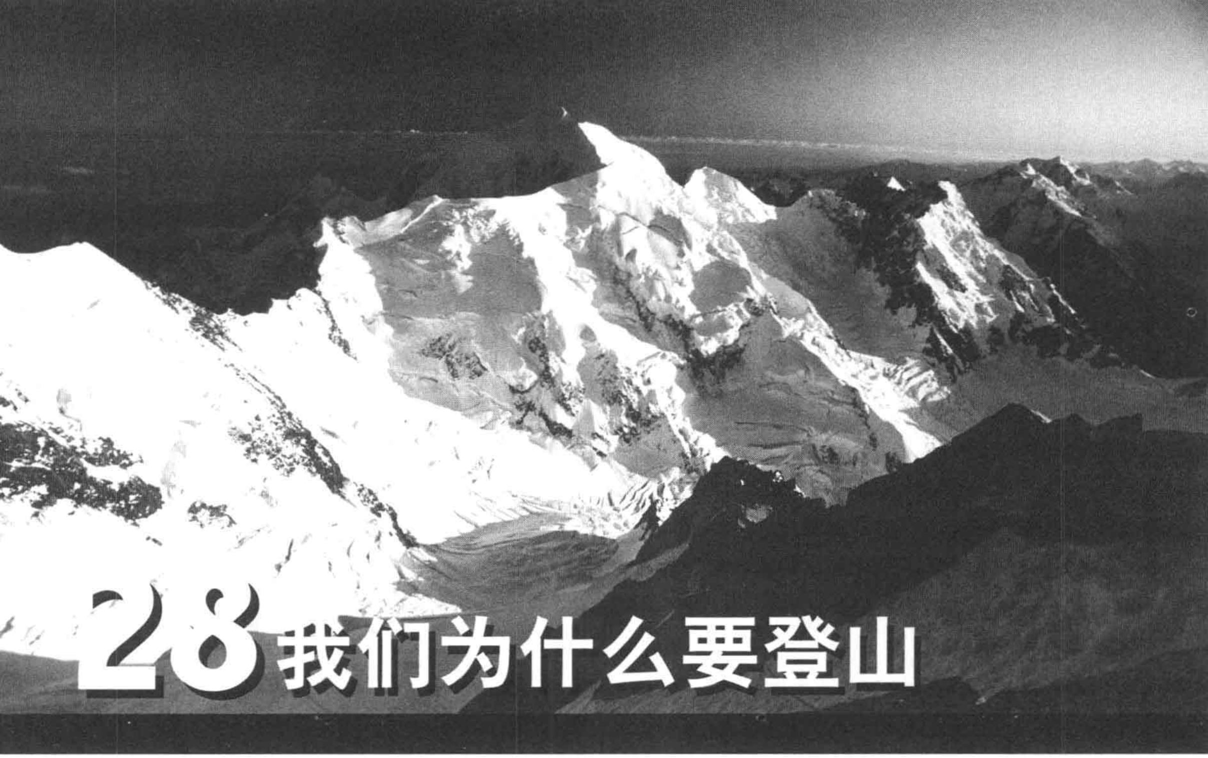
高海拔地区空气稀薄，直升机旋翼产生的升力有限，所以载重量会有所下降。山区地形复杂，近地面的空气很容易形成涡流，所以大部分飞行员不会选择在山顶或山脊附近飞行或悬停。直升机离地面的距离小于旋翼半径时，会因为地面效应而获得更强的升力，但在山顶和山坡上则没有这种效应。在斜坡上降落非常困难，即使坡度不大，飞行员也很难保持机身

稳定。找不到合适的降落地点时，直升机可能会在求援者上空悬停，放下钢缆让机舱中的救援人员下降，或是把需要救援的人拖拽上来。在加拿大，救援用钢缆的长度通常是固定的，救援人员需要借着钢缆摆动的势头，准确无误地落在山坡上甚至岩壁上，把需要救援的人固定在吊篮或网袋内，再向飞行员发出信号，抓住摆动过来的钢缆扣在吊篮上，与被救援者一起被拉回机舱。这样的操作对飞行员、救援人员和被救援者都是很危险的。

下方地面被冰雪覆盖的时候，飞行员很难准确判断机身到地面之间的距离，所以求援者应尽可能在雪面上用颜色鲜艳的背包、帐篷、衣物和脚印摆出信号，帮助飞行员判断高度。队伍里的所有人都要待在飞行员能看见的地方，远离着陆区域，保持低姿态，以免被旋翼激起的大风吹倒。

服从飞行员的指挥，没有信号不要接近直升机，因为飞行员可能会先调转机身的方向。接近直升机时，要时刻保持在飞行员的视线之内，不要绕到机身后面。悬停的直升机抛下吊篮或网袋时，在钢缆接触地面之前不要用手碰触，以防静电。

直升机旋翼的噪音非常大，喊话或对讲机可能无法沟通，无论是与飞行员交流还是求援者彼此交流，都需要使用手势信号。地面人员与飞行员之间有专门的交流姿势，如果你不熟悉这些姿势，就不要乱动。例如，双臂在头顶交叉挥舞的意思是“不要在这里着陆”，不清楚的人很容易造成误会。站在直升机着陆区域之外，背对风向，双臂向前平展，意思是“我在这里，我所指的方向就是地面风向”。除了这两种信号之外，飞行员通常不会理会不认识的人发出的手势信号。



28 我们为什么要登山

“我到林中去，因为我希望谨慎地生活，只面对生活的基本事实，看看我是否学得到生活要教育我的东西，免得到了临死的时候，才发现我根本就没有生活过。”

尽管梭罗并不是一个登山者，但他在《瓦尔登湖》中表露出来的这种观念，的确是许多人走向高山的原因。数百年来，登山运动像磁石一般，吸引着世界各地越来越多的人参与其中。在山上，每个人都能找到属于自己的意义和收获。登山运动具有很深的哲学内涵，要总结出来并不容易，因为每个人的体验都是独一无二的。一些人心目中的至理名言，可能在另一些人眼中根本没有任何意义。这并不是一本探讨登山哲学的书籍，所以我不会在这里花费太多笔墨，只会列出一些你可能会感兴趣的书目。

如果你登山的目的是为了了解自我、发掘自我，不妨从彼得·马修森（Peter Matthiessen）的著作《雪豹》（*The Snow Leopard*）读起，这是一本文笔优美的书，二十五年来一直在反复重印。如果你想要阅读由专业登山者撰写的书籍，不妨尝试一下加斯顿·里布法特（*Gaston Rébuffat*）的《星光与风暴》（Starlight and Storm），莫里斯·埃尔佐（Maurice Herzog）的《安娜普尔纳》（*Annapurna*），或者大卫·罗伯茨（Dave Roberts）的《真正的顶峰》（*True Summit*）。这三本书讲述的都是埃尔佐、里布法特、泰瑞（Lionel Terray）和拉齐纳尔（Louis Lachenal）四人于1950年攀登安娜普尔纳峰，创造人类首次登顶8000米以上独立山峰纪录的故事。泰瑞后来撰写了《不可能性的边缘》（*The Borders of the Impossible*）一书，讲述了两个最优秀的登山者超越极限、把“不可能”变为“可能”的经历。英国登山者彼得·博德曼（Pete Boardman）的作品《闪亮的山峰》（*The Shining Mountain*），可以说是英国登山界最杰出的著作之一，与他所撰写的《野蛮竞技场》（Savage Arena）、《神山》（*Sacred Summits*）和《残酷的珠峰》（*Everest the Cruel Way*）三本书一起，由他的攀登搭档塔斯克（Joe Tasker）结集出版。苏格兰登

山者汤姆·佩蒂（Tom Patey）的作品《一个人的山峰》（*One Man's Mountains*），则是一本风趣幽默而又满含哲理的著作。海因里希·哈勒（Heinrich Harrer）的《白色蜘蛛》（*The White Spider*）讲述了1938年首次登顶艾格尔峰（Eiger）北壁的经历，内容以攀登过程为主。值得一读的经典著作还包括赫尔曼·布尔（Herman Buhl）的《孤独的挑战》（*Nanga Parbat Pilgrimage: The Lonely Challenge*），克里斯·鲍宁顿（Chris Bonington）的《珠峰：未登山脊　》（*Everest: The Unclimbed Ridge*），科特·戴姆伯格（Kurt Diemberger）的《山魂》（*Spirits of the Air*），以及梅斯纳尔（Reinhold Messner）的自传体作品《14座8000米级山峰》（*All Fourteen Eight Thousanders*）、《自由之魂》（*Free Spirit: A Climber's Life*）等。关于山难的著作有乔·辛普森（Joe Simpson）的《触及巅峰》（*Touching the Void*），乔恩·科莱考尔（Jon Krakauer）的《进入空气稀薄地带》（*Into Thin Air*）等，这两本书均已被拍成了电影。格雷戈·查尔德（Greg Child）的作品《空气稀薄地带》（*Thin Air*），书名与《进入空气稀薄地带》仅有两字之差，也是一本值得阅读的好书。除此之外，我还要推荐一本1890年出版的登山教科书，邓特（C. T. Dent）所撰写的《登山》（*Mountaineering*），尽管其中的攀登技术早已过时，但是严谨而又诙谐的笔调直到今天还值得借鉴。

列完这一段书单我才意识到，这些书籍的作者大多数都已经不在人世，葬身在寒冷、遥远的岩石与冰雪之间。在撰写本书的过程中，我曾好几次接到朋友在山上不幸遇难的消息，甚至就在写下这几句话的时候，还有一位在附近遇难的朋友的遗体尚未找到。登山是一项充满危险性的运动，你从事这项运动的时间越长，越会深刻理解这一点。

单人攀登

本书的绝大部分内容都是针对至少两人搭档攀登的情况，很少考虑单人攀登，因为单人攀登是对个人能力和投入程度要求最高的攀登形式。那些因单人攀登而出名的，几乎全都是世界顶尖的登山者。一个人在山上时，你有100%的自由，但也必须承担100%的责任。没有人影响你的看法，没有人跟你竞争，你所要面对的只是你自己。单人攀登是认识自我、了解自我的最好手段，如果你有足够的勇气、经验和实力，不妨尝试一下。

人类的伙伴

我家的狗“查莉”一年四季都经常跟我出去登山，已经登顶了很多海拔4000米以上的高峰。它不仅可以爬上低难度的5级岩石路线，而且在冰雪坡上的表现比我还要好，经常主动滑降很长的距离，让我看得提心吊胆。狗确实可以成为登山者很好的伙伴。约翰·穆尔（John Muir）曾经这样描述他的狗“史蒂金”：“我见过很多狗，不止一次见过它们表现出无比的聪明与忠诚，但是没有一只狗能及得上史蒂金在我心目中的地位。史蒂金曾陪我一起在暴风雪中为生存而拼搏，从它身上，我仿佛看见了一扇窗口，可以让我窥见人类内心的深处。”另一位著名登山者柯利芝（W. A. B. Coolidge）也有一只狗作为搭档，那只狗的名字叫“辛格尔”，曾陪伴柯利芝登顶阿尔卑斯山脉的许多高峰，直到1875年还以10岁高龄登顶海拔4810米的勃朗峰。加拿大登山俱乐部（Canadian Alpine Club）曾提名辛格尔为荣誉会员，最后被否决的原因是它的性别，并不是因为它是一只狗。当你跟你的狗分享最后一块饼干的时候，当你跟你的狗一起在

薄薄的睡袋里冻得发抖的时候，当你背着沉重的背包，跟你的狗一起艰难地走在仿佛永远走不完的下山路上的时候，你会发现，你们之间的关系已经超越了普通的友谊。我与查莉之间的关系，就仿佛是最好的朋友一样。

我的祖父曾告诉我，狗具有直接跟上天交流的能力，它们之所以能容忍人们的种种缺点，是因为上天的馈赠。善待狗的人必得好报。我曾问查莉，这样的说法究竟是不是真的，结果它看了看我，头一偏，开始摇起尾巴来，很明显是在表示同意。于是我们就一起出发去登山了。



附录A
非必需技能

绳结

登山者应该养成每次都用固定方式打同一种绳结的习惯，这样打结的动作就不容易出错，即使出错也很容易辨认出来。打结的手法越简单越好，尽量使用单手。以下列出的绳结都不是必须掌握的。

8字结

我打8字结的习惯动作是这样的：单手抓住绳子，虎口朝向绳头，抓握点与绳头的距离取决于绳子的直径，通常在1米左右。将抓住绳子的手向外翻转180度，绳子会形成一个绳圈。手指捏住绳头一端，从绳圈中掏出来，就形成了8字结的基本形状。连接安全带时，只需将绳头穿过安全带的承重环，再反穿回去就可以了。打法和形状对8字结的强度影响非常小，但你还是应该养成固定的手法习惯，每次都打成整洁美观的形状，这样一旦无意中出错就很容易发现。绳尾长度应在12-15厘米左右。

8字结的打法并不复杂，具有不错的强度和可靠性，所以在大多数情况下会被人们滥用。作为将绳子连接到安全带的手段，8字结全面逊色于约塞米蒂布林结。

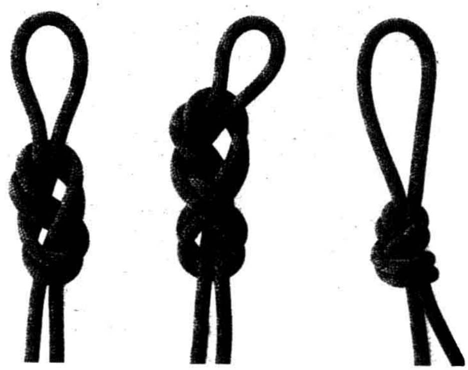
9字结

9字结的强度和可靠性比8字结更高，探洞者和救援人员都经常使用。

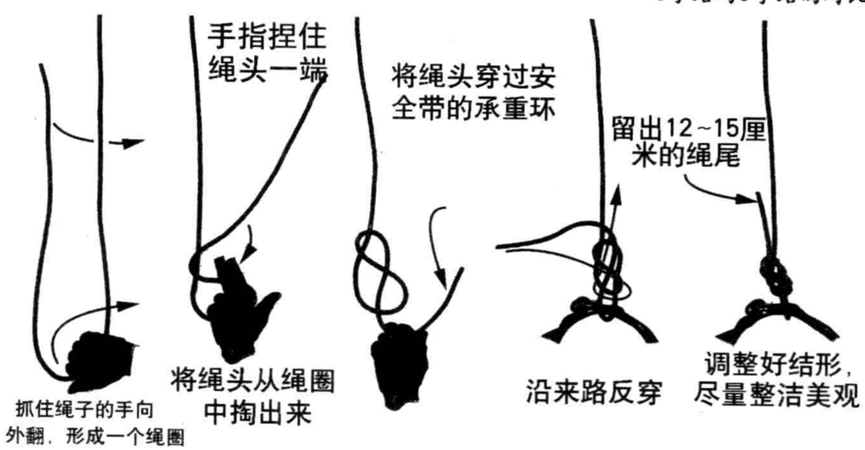
9字结的反穿太过麻烦，所以通常都是挂锁连接。

三环结

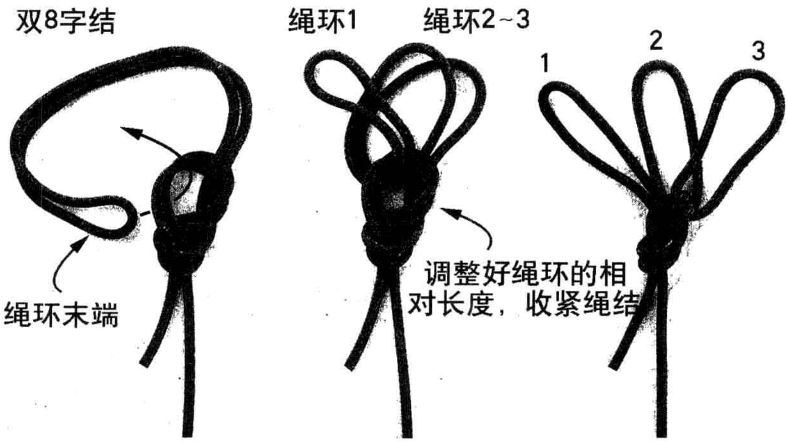
由于长绳套的普及，今天的登山者已经没有必要再用一个绳结打出多个绳环来连接保护站，不过我还是会在这里介绍三环结的打法。首先打一个双8字结，预留出足够长的绳环，



8字结与9字结的对比



8字结的打法



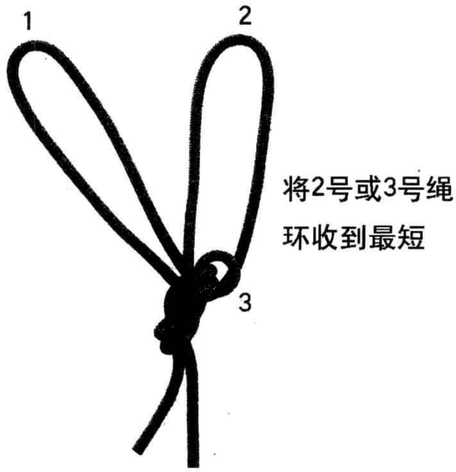
三环结

然后按图示的方法把绳环末端从结目中穿过去，最后收紧绳结就可以了。连接保护站时，很容易就可以把三个绳环调节到最合适的长度。

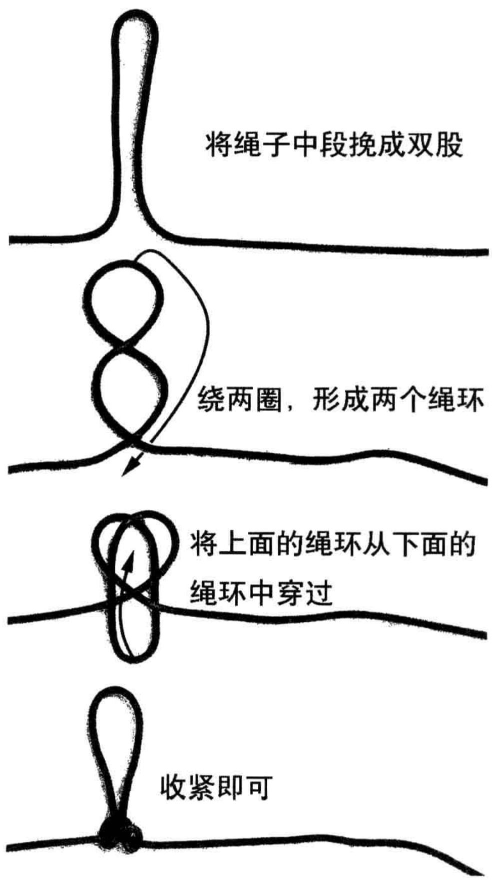
即使你在绳环穿过结目的时候不小心弄错了方向，也可以得到一个勉强能用的三环结，但是不如打法正确的三环结可靠。如果你需要用攀登绳的一端把三个保护点连接成保护站的话，三环结就是最好的方式。

双环结

如果你需要用攀登绳的一端把两个保护



双环结，结构与三环结完全相同



蝴蝶结的另一种打法

点连接成保护站，只需要打一个三环结，然后把 2 号或 3 号绳环的长度收到最短即可，如图所示。

所以说，你只要掌握了三环结的打法，就等于同时也掌握了双环结的打法。如果你要把绳环套在突出的岩石上作为天然保护点的话，最好加一个活结增加可靠性。如果三个保护点之间的距离较长，三环结就会消耗大量的绳长，例如当保护点间距为 3 米时，消耗的总绳长可达 20 米以上，所以最好还是采用长绳套。

蝴蝶结的另一种打法

蝴蝶结的一种更加容易学习的打法，如 293 页右图所示。

用布林结制作简易安全带

用布林结制作简易安全带是一种非常陈旧的技术，在正常情况下根本不可能用得到。首先，只要带着攀登绳，就应该随身携带一条 120 厘米扁带套和一把丝扣锁，在需要时可以作为简易安全带使用。其次，用布林结制作的简易安全带需要绕绳，一旦绕错又很难发现。如果你需要制作这样的简易安全带，只需要把绳子在腰上绕三圈，然后用布林结固定就可以了。为了防止绳圈在受力时过度收紧影响呼吸，绕第三圈的时候最好把绳头绞在前两圈外侧，如图所示。这样的“简易安全带”不仅不能承受冲坠，而且不能承受你的全部体重，否则很快就会喘不上气来。



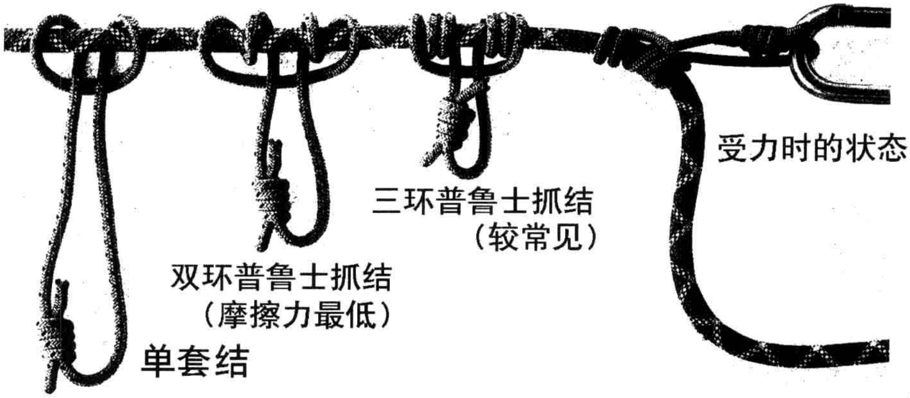
巴克曼抓结



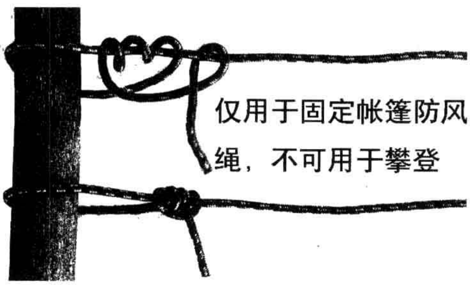
用布林结固定的简易安全带

普鲁士抓结与巴克曼抓结

常见的抓结打法共有四种，除了我在正文中已经介绍过的克氏抓结和法式抓结之外，还有传统的普鲁士抓结和需要铁锁配合的巴克曼抓结。普鲁士抓结尽管打法麻烦，但是可靠性还不错，如果绳子结冰或是太细的话，可以多绕几圈，或是换用更细的绳套。巴克曼抓结的铁锁可以起到类似上升器把手的作用，在沿路绳行进时较为方便，但是摩擦力比克氏抓结和普鲁士抓结要小。所有抓结都具有双向锁定的



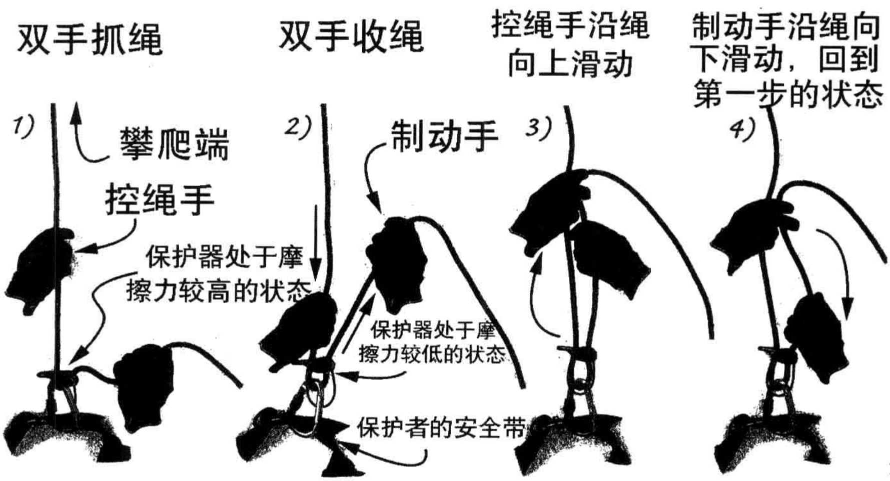
普鲁士抓结



帐篷结



用双渔人结制作的绳圈



顶绳保护的
四步法

特性，即使巴克曼抓结也不例外，而上升器则是单向锁定，二者分别适用于不同的场合。

帐篷结

帐篷结应用了抓结的原理，可以用来调节帐篷防风绳的松紧。

用双渔人结制作绳圈

通常情况下，制作绳圈只要用单结就可以了，但是也有人会选择用双渔人结制作绳圈。这样的绳圈强度与双 8 字结差不多，收紧后也像双 8 字结一样不容易解开。

顶绳保护的四步法

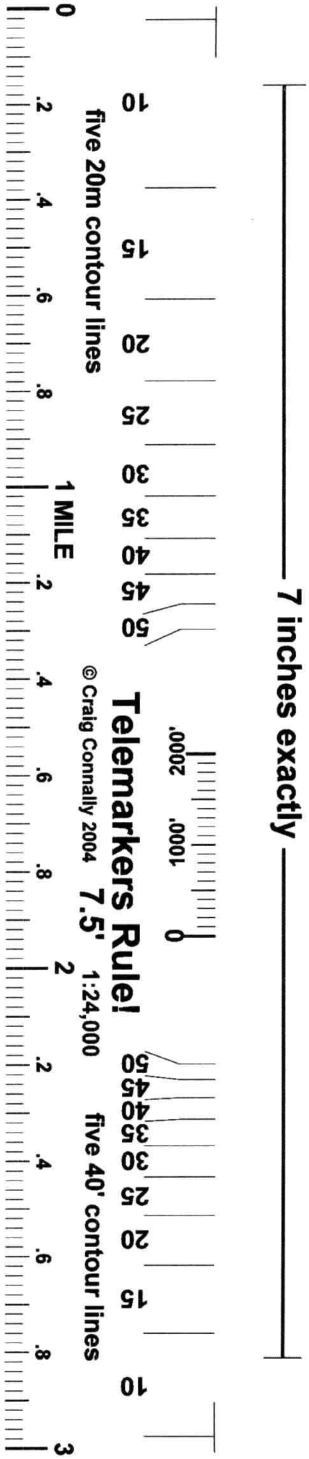
尽管登山过程中极少用到顶绳保护，但是登山者仍然要掌握保护的方法。相比攀岩时常见的“五步法”，登山者可以采用更简单的“四步法”，如图所示。四步法能提供的制动力比五步法要小，并且从第二步到第四步都处于摩擦力最低的状态。无论采用哪种保护方法，都绝不可以双手同时离开绳子制动端。

绕绳下降



绕绳下降（不推荐）

尽量不要进行绕绳下降，除非队伍里没有任何人携带了扁带套和铁锁，并且下降地形的坡度不陡。绕绳下降时很容易摔跤，有负重时尤其严重，因为身体的受力点低于重心位置。绕绳下降的原理是把你的身体当作下降器，利用绳子的之字形缠绕提供摩擦。下降时，双脚左右分开，双手都不能松开绳子。



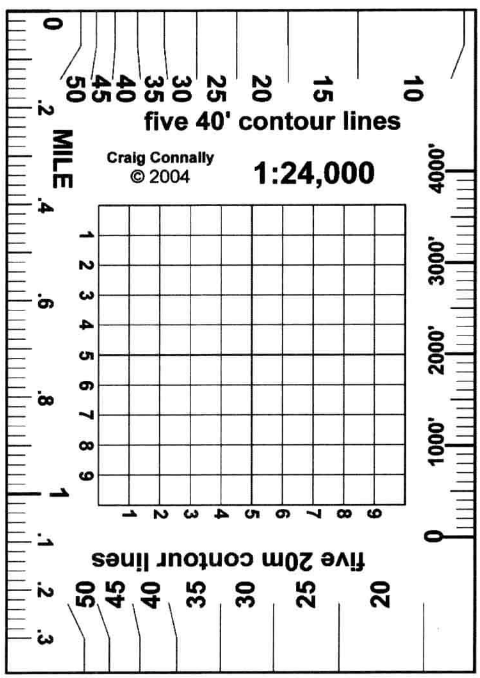
附录B
地图尺

地图尺，包括坡面倾角测量工具和网格定位标尺。

使用方法：

- 将本页复印在幻灯片或其他透明材料上。
- 用尺子测量中间的比例线长度，确保图案在复印过程中没有缩放。
- 用刻刀仔细刻出尺子的轮廓。
- 压胶塑封。
- 裁去多余的边角部分。

将地图尺侧面的“5 条等高线间距”刻度与地图上的 5 条等高线（两条粗线）间距进行对照，即可直接读取坡度。



将地图尺上的“5条等高线”与1：24000等高地形图上的等高线相对应，即可直接读取坡度。

附录C
词汇表

Ablation zone

消融区：冰川位于粒雪线以下的部分，由于每年的降雪量小于融水量，所以冰川会逐渐消融。

Abseil

下降：由绳索承受全部或大部分体重，通过摩擦力控制速度的下撤方式。又称为 rappel。

Accumulation zone

积累区：冰川位于粒雪线以上的部分，由于每年的降雪量大于融水量，所以会形成新的冰川冰。

Aid climbing

器械攀登：用人为设置的保护点承担攀登者体重的攀登方式。

Alpha angle

α 角：从所在位置到可能的雪崩起始点拉一条直线，该直线与水平面所成的夹角。

Alpine

高山：泛指树木生长线以上的区域。

Alpine climbing

登山运动／阿尔卑斯式攀登：需要运用登山技术的攀岩和攀冰活动。

Alpine start

早起出发：在非常早的时候就开始攀登。

AMS (Acute Mountain Sickness)

急性高山病，由高海拔低压缺氧引起，常见症状包括头痛、恶心、失眠等。

Anabatic

上升气流：呈上升趋势的气流。与下降气流相对应。

Angle of repose

休止角：不规则物体所能稳定堆积的最大坡面倾角。碎石坡的休止角通常为 35°。

Arete

刃脊：非常狭窄的山脊。

Ascender

上升器：一种可以单向锁定绳子的攀登器械。

Autoblock

（没有冲坠或冲坠较小时的）自锁：可以指保护器的跟攀自锁功能，也可以指使用抓结配合下降时，万一失手松开制动端，抓结起到的自锁作用。

Autolock

（冲坠较大时的）自锁：某些保护器用于先锋保护时，在领攀者发生坠落的情况下起到的自锁作用。

Avalanche

雪崩：大量的雪沿山坡滑落崩塌的现象。Avalanche 一词也可指“山崩”，即大量石块或沙砾滑落崩塌的现象。

B-52

Trango 出品的一款具有跟攀自锁功能的保护下降器。

Bearing

方位角：两点连线与正北方向之间的夹角。

Belay

保护：用绳子增加攀登安全性的一种方式。

Bergschrund

背隙：冰川最上缘与更上方的永久积雪或冰层之间形成的缝隙。

Big wall

大岩壁：长距离的陡峭岩壁，攀登可能需要数天时间。

Biner

铁锁：是 carabiner 一词的简写。

Bivy

露营：在攀登过程中进行的宿营，通常条件较为简陋。

Black ice

墨冰：含有碎石和沙砾的冰，颜色呈灰黑色，非常坚硬。

Bollard

雪墩／冰墩：在冰雪地形上挖掘而成的一种保护点。

Bolt

铆钉：在岩石上打孔，植入膨胀螺栓固定挂片，形成的永久保护点。

Bouldering

抱石／攀石：一种不需要保护的攀岩方式，通常攀爬高度较低，动作难度较大。

Bounce test

蹿跳测试：让保护点承受攀登者的体重和上蹿下跳产生的冲击力，以测试保护点的稳固性。

Cairn

石堆路标：用石块堆砌而成的路标。

Cam

机械塞：弹簧机械塞（spring-loaded camming device，缩写为 SLCD）的简称。一种岩石保护器材。

Carabiner

铁锁：攀登中常用的金属连接扣件。

Chock

岩塞：泛指塞进岩缝作为保护点的器材，又称为 rock/nut/stopper/wire 等。

Chockstone

嵌在岩缝中的石块，可以起到类似岩塞的作用。

Choss

碎石：岩石表面的破碎部分，或是裂缝中的碎石、灰土和苔藓。

Chute

岩槽／冰槽：狭窄而陡峭的槽状地形。

Cirque

冰斗：由冰川侵蚀作用形成的斗状地形，常见于山谷的起始部位。

Clean

清洁攀登：不对岩壁本身造成伤害的攀登方式，亦指不用保护点借力的攀登方式。

Clinometer

坡度计：又作 inclinometer，用于测量坡度的仪器，一些款式的指北针集成了坡度计功能。

Continental

大陆性（气候）：受海洋影响很小的气候类型。

Contour line

等高线：地图上海拔相同的各点之间的连线。

Cordelette

长绳套：用 6 米左右的辅绳制作的绳套，有很多用途，包括制作保护站等。

Cornice

雪檐：山脊上的积雪在背风坡一侧形成的悬空檐状结构。

Couloir

沟槽：陡峭的山谷或槽状地形，通常覆有冰雪。

Crampon

冰爪：一种固定在靴子底部的金属器械，具有尖齿，用于在冰雪地形上行进。

Crevasse

冰裂缝：冰川上形成的裂缝。

Cross loading

横向受力：铁锁在径向以外的方向受到较

大的拉力。

Crux

难点：路线上最难的一段。

Daisy chain

菊绳：具有许多个绳环的扁带套，用来连接安全带与保护点。

Deadman

雪锚：埋在雪中的保护点。

Denier

丹尼尔：织物纤维粗细的单位，相当于长9公里的单股纤维重量（克）。

Diaper harness

简易安全带：用长扁带套临时制作的安全带，只能用来在较缓的坡度上进行短距离的攀登或下降。

Directional

导向：用来改变受力方向的保护点或铁锁。

Downclimb

倒攀：向下攀登，不用绳子或保护点借力。

Drag bag

拖包：在冰雪地形上用来拖拽装备的大包。

Dry tooling

干式攀登：穿着冰爪，拿着冰镐攀岩。

Dynamic belay

动态保护：进行先锋保护时，当领攀者发生冲坠时，放出一定长度的绳子以吸收冲坠能量。

Dynamic rope

动力绳：具有较好缓冲性能的攀登绳，适合用于先锋攀登。

Equalization

均衡：构成保护站的各保护点均匀受力的状态。

Escape the belay

脱离保护：发生意外情况时，保护者将绳索固定在保护站上，让自己能够自由行动的操作。

European death knot

欧式死亡绳结（缩写为EDK）：下降时用单结连接两股下降绳，由于美国人最初对这种下降方式的安全性理解不够，所以给连接下降绳的单结取了这样的名字。

Exposure

暴露感：攀登者对长距离坠落的恐惧感。

Extension

延长：构成保护站的一个保护点失效时，其他保护点与受力点间距的延长。

FA

首攀：首次成功登顶某条路线。自由首攀（FFA）是指不借助器械攀登，用自由攀登方式完成首攀。

Fall factor

冲坠系数：衡量冲坠严重程度的数值，等于冲坠距离除以承受冲坠的有效绳长。理论上，冲击力与冲坠系数的平方根成正比。

Fall line

下降线：沿坡面向下最直接的路线，与等高线垂直。

Fifi hook

岩钩：一种可以钩住岩石承受体重的保护器材，不能承受冲坠，常用于器械攀登。

Firn

粒雪：积雪演化成冰川冰的中间状态，也称为névé。

Fixed line

路绳：长时间固定在路线上作为保护的绳索。

Fixed pro

永久保护点：不容易移除的保护点。

Flake

岩板：与岩石主体分离的板状结构。

Fluke

板状雪锚：专门用作雪锚的金属板。

Follow

跟攀：跟在领攀者之后攀登，保护方式通常为上方保护。

Free climb

自由攀登：只利用天然的受力点，不使用器械借力的攀登方式。

Free solo

无保护攀登：在本应使用绳索保护的地形上进行没有绳索保护的自由攀登。

French technique

法式技术：利用冰爪的全部行走齿在不太陡的冰雪地形上移动的技术。

Friend

Wild Country 出品的一款机械塞，是世界上最早的机械塞。

Gardening

清理路线：清理掉攀登路线上的碎石和灰土等杂物。

Gi-Gi

Kong 出品的一款具有跟攀自锁功能的保护下降器。

Glacial flour

岩屑：冰川底部与岩床摩擦形成的石粉，是冰川融水浑浊的原因。

Glacial ice

冰川冰：由多年积雪经过反复融化冻结和挤压作用形成的冰。

Glissade

（主动）滑降：蹲或坐在雪坡上，在重力作用下快速下坡的方式。

GPS

全球卫星定位系统，目前世界上应用最广泛的卫星定位导航系统。亦指 GPS 接收机。

GriGri

Petzl 出品的一款单绳保护器，由于重量较大且不利于动态保护，所以不适合登山者使用。

HACE

高山脑水肿：由高山低压缺氧引发的脑水肿，是可能致命的急性高山病症状之一。

Hang dogging

挂在绳子上休息或观察路线，准备突破之前无法通过的难点。

Hanging belay

悬挂保护：保护者没有可以站立的平台，只能把大部分体重放在安全带上的保护姿势。

HAPE

高山肺水肿：由高山低压缺氧引发的肺水肿，是可能致命的急性高山病症状之一。

Haul bag

拖拽包：攀爬大岩壁时用来拖拽装备和物资的大包。

Hex

六角塞：一种六角形的保护器材，具有主动和被动两种模式，直径比岩塞要大。

HMS

半扣下降：丝扣锁上的一种标志，表明该铁锁可用于半扣下降。

Horn

岩角：一大块突出的坚实岩石。

Hueco

岩洞：岩石中间的空洞，两边都有开口，可以穿进绳套或扁带套作为保护点。

Hypoxia

缺氧：身体组织得不到充足的氧气供应。

Icefall

悬冰川：冰川流经陡峭的山坡时，边缘处形成的结构，容易发生冰崩。

Intermountain

介于海洋性与大陆性气候区域之间的地带，兼具两种气候的特征。

Jug

器械上升：使用上升器沿绳上升。

Katabatic

下降气流：呈下降趋势的气流，通常在夜间较多。

Kernmantle

芯鞘结构：现代攀登绳采取的结构，由中间的绳芯和外面的绳鞘构成。

Kilonewton

千牛顿（缩写为 kN）：力的单位，等于 1000 牛顿，约相当于质量 100 公斤的物体受到的重力。

Kiwi coil

新西兰绳圈：一种收短结组绳的方法，具有严重的缺陷，已经被淘汰。

Lead

领攀／先锋攀登：领头攀爬某段路线，如果使用绳索保护，则需要沿途设置保护点，并把身上的绳索扣进去。

Locker

丝扣锁：锁门可以用丝扣拧紧的铁锁。

Mantle

双手向下撑的攀登动作，主要用于翻上平台。

Maritime

海洋性（气候）：受海洋影响较大的气候类型。

Master point

主保护点：保护站承受外来拉力的连接点，通常用一把丝扣锁连接。

Mitochondria

线粒体：细胞内的一种细胞器，负责产生能量。

Mixed climbing

混合攀登：在冰雪和岩石混合地形上进行的攀登。

Moat

雪沟：粒雪盆与周围岩石交界处形成的深沟。

Moraine

冰碛：沉积下来的冰川漂砾。

Münter hitch

半扣结：一种打在铁锁上的绳结，可以增加铁锁与绳子之间的摩擦力，常用于保护和下降。

Névé

粒雪：积雪演化成冰川冰的中间状态，也称为 firn。

Orienteering

定向越野：一种利用地图和指北针导航的竞技运动。

Picket

雪锥：一种插入或横向埋入雪中的保护器材，通常用铝合金制成。

Piolet canne

拐杖式支撑：持握冰镐的一种方式，用冰镐像拐杖一样支撑身体，维持平衡。

Piolet poignard

持握牵引：攀登硬雪坡的一种方式，手持长冰镐的镐头部位，将镐尖插进略齐肩高的雪面。

Piolet traction

牵引攀登：攀冰及攀登硬雪坡的一种方式，手持冰镐柄，将镐尖劈入冰雪中，然后用冰镐柄借力攀登。

Pitch

绳距：多段攀登中，相邻两个保护站之间的路段。

Placement

保护点：放置在岩石或冰雪中的单件保护

器材，可以作为保护站的一部分。

Pro

保护器材（protection hardware）的简称，泛指可以在岩石或冰雪地形上用作保护点的装备。

Prusik

抓结：将直径较细的绳套或扁带连接到攀登绳上的一种方式，由于摩擦力的作用，抓结可以用手推动，又可以在受力时自动锁定。

Quickdraw

快挂：用一条扁带套连接两把铁锁，用来快速将绳索扣进保护点。

Rack

保护装备：攀登者所携带的装备的统称。

Rappel

下降：由绳索承受全部或大部分体重，通过摩擦力控制速度的下撤方式。又称为 abseil。

Redirect

定滑轮：作为定滑轮使用，起到改变绳索拉力方向作用的铁锁或滑轮。

Redpoint

红点攀登：先锋完攀一条路线，全程不用绳索或保护点借力。

Resection

相交线定位：用指北针测量所在位置与两个已知位置连线所成的方位角，再在地图上绘出连线，依据交点确定所在位置的定位方法。

Runner

扁带套／绳套：用扁带或辅绳缝制或打结制成的环，又称为 sling。

Running belay

行进间保护：一种攀登方式，所有攀登者同时行进，彼此用绳索连接，第一人沿途设置保护点并将绳索扣进去，最后一人负责拆除。

Runout

间距：两个保护点之间的距离，如果这一距离很长，就会对领攀者造成心理压力。

Screamer

Yates 出品的一款缓冲扁带，靠缝线撕裂来吸收冲坠能量，减少保护点受到的冲击力。

Scree

沙砾：较细的碎石，大小不足以踩上一只脚。

Screwgate

丝扣锁：锁门能用丝扣拧紧的铁锁。又称为 locking carabiner/locker。

Second

跟攀者：在领攀者之后跟攀的人。

Self-arrest

滑坠制动：在雪坡上发生滑坠之后，靠自己的力量减速直至停下来。

Serac

冰塔：冰川冰在悬冰川处形成的结构，极容易崩塌。

Simul-climbing

同时攀登：一种攀登方式，所有攀登者同时行进，彼此用绳索连接。同时攀登时应采用行进间保护，第一人负责设置保护点，最后一人负责拆除。

Solo

单人攀登：单独一个人进行攀登。

Spindrift

流雪：被风卷起的松雪，或是沿陡峭地形流下的粉状雪。

Sport climb

运动攀登：用固定的铆钉和挂片作为保护点的攀岩路线，通常仅有一段绳距。

Static belay

静态保护：进行先锋保护时，当领攀者发生冲坠时不给绳，所以无法靠绳子与保护器的摩擦吸收冲坠能量。与动态保护相对应。

Static equalization

静态均衡：设置保护站的一种方式，只

有在特定的外力方向下，各保护点才能均衡受力。

Static rope

静力绳：延展性较低，缓冲性能较差的绳索，不适合承受系数超过 1 的冲坠。

Steinpuller

反钩：干式攀登中采用的一种技术，将镐尖由下向上伸入开口朝下的岩缝中，然后向外扳镐柄，利用杠杆作用发力。

Sun cup

雪坑：粒雪盆表面由于日晒而形成的一种坑状结构，直径和深度在几厘米到几十厘米之间。

Talus

碎石：碎石坡的主要组成部分，大小可以踏上一只脚。

Team arrest

结组制动：结组行进中，一人发生滑坠时，其他人进入制动状态，通过绳子将滑坠者拉住。

Telemark

越野滑雪：一种滑雪方式，使用的固定器允许靴底变形，转弯时需要让膝盖下沉。

Tibloc

Petzl 出品的一款超轻简易上升器。

Top rope

顶绳攀登：保护者站在路线下方，绳子从路线顶端的保护站铁锁中穿过，对攀登者进行上方保护。

Topo

等高地形图：绘有等高线的地图。也可指路线情况的示意图。

Trad

传统攀登：领攀者在攀登过程中沿途设置保护点，跟攀者沿途移除保护点。

Traverse

横切：横向或斜向的攀登。

Tri-axial loading

三向受力：铁锁朝三个方向受力的状态，这样会降低铁锁的强度。

Ultralegere

Petzl 出品的一款超轻登山用滑轮，需要与 O 形锁配合使用。

UTM

通用横轴墨卡托投影：绘制地图时为使经纬线彼此垂直而采用的一种投影方式。

Verglas

雨凇：冻雨或融水在岩石表面结成的薄冰。

Via Ferrata

轨道式攀登：攀登路线上装有永久性的铁环用于攀爬，并有径向的钢缆用于扣锁保护，一旦攀登者发生坠落，冲坠系数会非常大。最初是欧洲山区开辟的军用通道，目前则是攀登运动的一种形式。

V-thread

冰洞：用冰锥在冰上打出 V 形的洞，然后用扁带或辅绳穿过打结形成的保护点。

Windslab

风积雪层：因风积作用而形成的厚硬雪层。

Wired

钢缆：岩塞或机械塞中预穿的钢缆，用来挂锁连接攀登绳。

Zipper

拉链效应：发生先锋冲坠时，顶端保护点失效导致下面的保护点接连失效的情况。

Z-pulley

1/3 滑轮系统：常见的救援用滑轮系统。

附录D
图片索引

B

B-52 与 Gi-Gi 的跟攀自锁模式 90
巴克曼抓结 294
把动滑轮向下放到坠落者的位置 279
半扣结的打法 134
半扣结的两种摩擦模式 105
半扣结的两种制动模式 133
半扣止绳结的打法 262
保护者固定在底端保护站上，进行先锋保护 145
扁带套偏短的后果 117
冰墩／雪墩的结构 109
冰况良好和较差时，冰锥的不同倾斜角度 111
不同滑轮的效率 266
不同类型的铁锁 92
不同类型的岩锥 99

C

采用登山者收绳法时，绳头的处理方式 82
踩踏保护姿势 113
长冰镐的滑坠制动握法 167
长冰镐的腕带和固定带 161
绳索与安全带常见的连接方式 118
冲坠距离为 8 米、系数为 1 的冲坠，不考虑保护者位置的变化 106
冲坠系数 106
穿好辅绳和下降环的冰洞 110
传统的登山杖制动姿势 171
传统的胸式安全带做法 275
错误接绳操作（使用 8 字结接绳） 139

D

单结用作接绳结（又称为“欧式死亡绳结”） 139
单结与双渔人结 92
单绳、半绳和双子绳 76
单套结 122
登山用长冰镐 159
登山用雪橇 164
等高地形图 34
等高地形图数据经电脑程序生成的莫里森卫峰 19
等高地形图数据经电脑程序生成的虚拟地形 19
地表暖峰 58
地形抬升 57
电线结的打法 85
调整双套结两侧绳长 135
顶绳保护的四步法 295
顶绳保护中的受力情况 103
动滑轮与定滑轮 265

F

法式技术 172
法式抓结 140
放置在横向岩缝中的三角塞 125

G

GPS 基准选择 31
跟攀保护 150
更有效的登山杖制动姿势 171

H

蝴蝶结的打法 130
蝴蝶结的另一种打法 293
蝴蝶结的正反面形状 130
蝴蝶结通过中途保护点的方式 255
蝴蝶式收绳法的一种形式 83
滑轮效应的错误例子，以及解决方式 117
活结的打法 123

J

几种常见保护器的最大制动力范围 105

建立救援保护站 279

将 120 厘米机制扁带套挎在肩上 94

将长冰镐作为雪锚使用（横埋） 115

将雪锥 / 冰镐作为雪锚使用（横埋） 114

将雪锥作为雪锚使用（竖埋） 114

解除自锁的一种方法 253

进行雪坡先锋保护时，保护者的自我固定与 1# 保护点设置 178

经典的滑坠制动姿势（分不穿冰爪和穿冰爪两种情况） 169

经手锉修整的镐尖 159

静态悬挂的攀登者受力情况 102

菊绳 96

K

克氏抓结的打法 140

扣锁的全过程 154

L

梨形 HMS 铁锁，及其得名的由来 91

利用处于跟攀自锁模式的保护器设置 1/3 滑轮组 253

利用浮力定律判断气罐中的燃料余量 214

利用手指测量角度 27

两把普通铁锁配合使用 91

两个岩塞的错误连接方式 116

六角塞 97

六角塞的被动模式与主动模式 125

路绳在中途保护点上的固定方式 256

M

莫里森卫峰的实拍照片 19

P

抛绳 138

啤酒结的打法 93

普鲁士抓结 295

Q

强度比单套结大，但受力方向较为固定的打结方式 122

R

绕绳下降 296

如何使用指北针 22

S

三环结 293

三角塞的主动模式 98

三人结组攀登雪坡的标准方式 255

设置让中间的人可以自由活动的过渡保护点 278

绳结处于受力最小的位置 123

绳索的芯鞘结构 74

绳索已经扣在铁锁中时，半扣结的打法 135

绳索已经扣在铁锁中时，双套结的打法 135

实地测量莫里森卫峰的方位 25

使用 Esbit 燃料块的自制炉头，以及配套的挡风板和钛合金饭盒 212

使用登山安全带下降 87

使用细绳下降时，在下降器和制动手之间增加半扣结 249

世界各地磁偏角示意图 24

适用于登山的攀岩鞋 192

适用于细绳的几款自锁保护器 90

收短扁带套的方法 95

收短之后的长绳套 96

收绳的同时注意理好绳子 150

双登山杖上升，以及用冰镐采取拐杖式支撑上升的姿势 172

双环结 293

双套结的打法 134

水结的打法 93

T

踢冰时脚跟位置 181
徒手制动姿势 168

U

USGS 7 1/2 等高地形图示例 18

W

挖掘雪洞 204
无需铁锁的胸式安全带做法 275

X

下降保护点的设置 137
先锋保护的理想情况 144
先锋冲坠时的受力情况 104
现代的单人简易无底帐 202
像使用冰镐那样使用登山杖制动 170
鞋带的系法示例 190
悬挂食物或其他物品的标准方法 186
靴镐保护姿势 112
雪锥的正常使用方式（插入雪面） 114

Y

岩塞反向受力的实际例子 126
岩塞钩与配套的辅绳 99
岩塞和三角塞 97
岩石凸角上用另一个保护点控制受力方向的扁带套 128
沿陡峭的硬雪坡或软冰坡上升的姿势 173
用“魔法 X”让两个保护点均衡受力 128
用 IceBox 搭建雪屋 205
用扁带套制作的简易安全带 87
用冰镐和登山杖采取体侧支撑姿势 172
用布林结固定的简易安全带 294
用长冰镐进行临时自我保护 177
用单股绳子同时放两个人下降的方法 269
用单抓结和下降绳进行沿绳上升 249
用短扁带套作为副保护的下降环 137
用辅绳穿制的岩塞 124
用辅绳配合单绳下降 251
用蝴蝶结和约塞米蒂布林结连接保护站 131
用简易安全带下降 86
用具有自锁功能的下降器代替抓结 250
用尼龙扁带套制作克氏抓结 263
用攀登绳索和双套结连接保护站 129
用攀登绳在保护站铁锁上打一个用来给绳的半扣结 262
用绳套制作带止绳结、用来把绳子的拉力转移到保护站上的半扣结 262
用双渔人结制作的绳圈 295
用铁锁连接到路绳时，通过中途保护点的方式（仅限于路绳未固定的情况） 257
用铁锁连接登山安全带和攀登绳索 88
用下降绳延长脚套抓结 250
用雪铲和踏雪板制作临时雪锚 115
用于攀爬坚硬高山冰与混合路线的短冰镐 180
用止绳结锁定 ATC 保护器的制动端 261
用抓结连接到路绳时，通过中途保护点的方式（仅限于路绳未固定的情况） 257
用抓结沿绳上升 263
用自锁保护器同时保护两人跟攀 156
用自锁模式进行跟攀保护的典型方式 252
约塞米蒂布林结的打法 120

Z

在保护点铁锁上加一个 Tibloc 255
在地图上进行方位测量 26
在硬雪坡或较缓的冰坡上用法式技术下降的要点 175
增加手对绳子的拉力 265
张角效应（上方为保护站，下方为总体受力方向） 116
帐篷结 295
整装待发 276
正确埋设的板状雪锚 116
直接用扁带套连接保护器材 108

只有一个滑轮时，1/3 滑轮系统的架设方法 267
指北针的结构与功能 23
抓结下降（处于自锁状态） 140
最简单的跟攀保护系统 155
坐式主动滑降的姿势 174
坐在雪坑里进行腰式保护 112

数字

1# 保护点的例子 131,132
1/4 滑轮系统 268
1/5 滑轮系统 268
1/6 滑轮系统 267
10 齿全绑式登山冰爪 162
8 字结的打法 292
8 字结的横向受力：错误的做法 121
8 字结与 9 字结的对比 292